

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Geografie

Studijní obor: Fyzická geografie a geoekologie



Bc. Jana Kozáková

Variabilita hydropedologických charakteristik půdních typů v povodí Tetřívčího potoka

Variability of hydropedological characteristics of soil type
in the catchment of Tetřívčí brook

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: doc. RNDr. Zdeněk Kliment, CSc.

Praha 2018

Zadání diplomové práce

Název práce

Variabilita hydropedologických charakteristik půdních typů v povodí Tetřívčího potoka

Cíle práce

Zhodnocení variability půd převážně zalesněného povodí na základě vybraných fyzikálních a hydropedologických charakteristik s ohledem na půdní typ, charakter vegetačního pokryvu a vlastnosti reliéfu. Interpretace poznatků na odtokové poměry v povodí.

Použité pracovní metody, zájmové území, datové zdroje

Práce bude zahrnovat rešeršní a praktickou část. Rešeršní část bude zaměřena na problematiku definice, stanovení a významu hydropedologických charakteristik v rámci studia srážko-odtokového procesu na základě odborné vědecké literatury a článků z výzkumu. Zájmovým územím je povodí Tetřívčího potoka v pramenné oblasti Blanice. V rámci praktické části budou prováděna terénní měření spojená s odběrem a laboratorním zpracováním půdních vzorků na předem vytipovaných stanovištích s ohledem na cíle práce a dosavadní výsledky výzkumu. Vedle měření infiltračních schopností půdy pomocí jednoválcového kompaktního infiltrometru pro zjištění okamžité infiltrační schopnosti půdy a nasycené hydraulické vodivosti půdy se bude jednat o laboratorní stanovení objemové vlhkosti půdy a dále určení maximální kapilární vodní kapacity (dále již MKVK) a plné vodní kapacity PVK (tzv. efektivní pórovitosti). Naměřená data budou zpracována graficky a statisticky vyhodnocena. V závěrečné diskuzi je očekávána interpretace zjištěných poznatků na objasnění odtoku vody z povodí a konfrontace výsledků s poznatky z literatury.

Datum zadání: 21.12.2015

Jméno studenta: Jana Kozáková, Bc.

Podpis studenta:

Jméno vedoucího práce: doc. RNDr. Zdeněk Kliment, CSc.

Podpis vedoucího práce:

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 3.8.2018

.....

Jana Kozáková

Poděkování

Především bych chtěla poděkovat doc. RNDr. Zdeňku Klimentovi, CSc. za cenné rady a připomínky při vypracování této práce a při sběru dat nutných k napsání této práce. Dále děkuji Mgr. Lukáši Vlčkovi za mnohá poučení v hydropedologii a za pomoc při měření dat. Data mi též pomohli naměřit Kateřina Fraindová, Prokop Horný, Robert Minařík, a Pavlína Špringerová, kterým bych zde též ráda poděkovala. A hlavně bych ráda vyjádřila slova díky mé rodině za podporu a ohleduplnost během psaní diplomové práce.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá hodnocením variability hydrologických vlastností půd v lesním povodí Tetřívčího potoka v pramenné oblasti Blanice na základě vybraných hydropedologických charakteristik s ohledem na půdní typ, charakter vegetačního pokryvu a sklon svahu. Vybranými hydropedologickými charakteristikami jsou maximální kapilární vodní kapacita, plná vodní kapacita, infiltrační schopnost půd – infiltrační rychlost a kumulativní infiltrace a retenční potenciál půd. V povodí bylo zkoumáno celkem sedm půdních subtypů, které se vyskytují v lesním (jehličnatý, listnatý a smíšený) a lučním prostředí (sečené a neudržované) a na rozdílném sklonu svahu (tři kategorie). Diplomová práce navazuje na bakalářskou práci, která se zabývala variabilitou hydropedologických charakteristik v experimentálních párových srovnávacích povodí Tetřívčího a Zbytinského potoka. Použita byla především vlastní naměřená data získaná z opakujících se terénních kampaní na předem vybraných lokalitách a data z databáze experimentálních povodí Zbytiny. Na vybraných lokalitách byly provedeny půdní sondy, odebrány půdní vzorky pomocí Kopeckého válečků a změřeny infiltrace jednoválcovým infiltrometrem. Laboratorním stanovením a výpočtem byly získány vybrané hydropedologické charakteristiky. Výsledky byly zhodnoceny a porovnány mezi sebou. Závislost vybraných hydropedologických charakteristik na změnu vegetačního krytu a sklonu svahu byla prokázána.

Klíčová slova: hydropedologie, Kopeckého válečky, maximální kapilární vodní kapacita, plná vodní kapacita, infiltrace, retenční potenciál

Abstract

This thesis deals with the evaluation of hydrological properties variability of soils in forest catchment Tetřívčí brook in the source area Blanice based on selected hydropedological characteristics with respect to soil type, vegetation cover and character of slope. The selected hydropedological characteristics are maximum capillary water capacity, full water capacity, soil infiltration capability - infiltration rate and cumulative infiltration and retention potential of soils. In sum of seven soil subtypes found in forest (coniferous, deciduous and mixed) and meadow (cut and non-maintained) and on the different slope (three categories) were studied in the catchment area. This thesis is built on bachelor thesis, which dealt with the variability of hydropedological characteristics in the experimental pair comparison basins of Tetřívčí and Zbytinský brook. In the thesis were used mainly the measured data obtained from repeated field campaigns in pre-selected sites and data from the database of experimental catchments of Zbytiny. In the selected sites were made soil probes, soil samples were taken using Kopecky cylinders and infiltration measured by a single-cylinder infiltrometer. By laboratory determination and calculation, selected hydropedological characteristics were obtained. The results were evaluated and compared with each other. The dependence of selected hydropedological characteristics on the variation of the vegetation cover and slope has been proven.

Keywords: hydropedology, Kopeckého cylinders, maximum capillary water capacity, full water capacity, infiltration, retention potential

Obsah

1. Úvod a cíl práce	9
2. Rešerše	11
2.1. Hydropedologie	11
2.2. Voda v půdě	12
2.3. Vlastnosti půdy ovlivňující množství a pohyb vody v půdním profilu	13
2.4. Vybrané hydropedologické charakteristiky	16
2.5. Vliv vegetačního pokryvu a reliéfu na půdní poměry, hydropedologické vlastnosti a odtokový proces	19
2.5.1 Vliv vegetačního pokryvu	19
2.5.2 Vliv reliéfu	21
3. Vymezení a charakteristika území	23
3.1. Geologické, hydrogeologické a geomorfologické poměry	24
3.2. Klimatické poměry	26
3.3. Hydrologické a odtokové poměry	27
3.4. Pedologické poměry	30
3.5. Vegetační poměry	37
4. Metodická část	39
4.1. Datové zdroje	39
4.2. Výběr segmentů	40
4.3. Terénní průzkum spojený s odběrem vzorků a měřením	43
4.4. Laboratorní zpracování půdních vzorků	47
4.5. Vybrané hydropedologické charakteristiky	48
4.6. Zpracování výsledků a jejich vyhodnocení	50
5. Výsledky	52
5.1. Maximální kapilární vodní kapacita a plná vodní kapacita	52
5.1.1. Vyhodnocení maximální kapilární vodní kapacity a plné vodní kapacity na úrovni půdních typů a subtypů	52

5.1.2. Vyhodnocení maximální kapilární vodní kapacity a plné vodní kapacity na úrovni jednotlivých segmentů	53
5.2. Infiltrace	65
5.3. Retenční potenciál	71
6. Diskuze	74
6.1. Možná nejistota a chyby při měření a zpracování dat	74
6.2. Vyhodnocení maximální kapilární vodní kapacity a plné vodní kapacity	76
6.3. Infiltrace	80
6.4. Retenční potenciál	82
7. Závěr	85
8. Literatura	87
9. Seznam obrázků, tabulek a zkratk.....	94
10. Přílohy	100

1. Úvod a cíl práce

Půda je velmi významnou složkou zemské sféry, umožňuje život velkému množství rostlin a organismů, včetně člověka a poskytuje zdroj obživy, surovin nebo energie. Aby tento zdroj „nevyhasl“ je potřeba se o něj starat a šetrně s ním zacházet. Proto je vhodné znát a pochopit jeho vznik, složení, vlastnosti, procesy atd. Půdní složka je ovlivňována mnoha půdotvornými činiteli, jsou jimi - matečná hornina, podnebí, reliéf území, podzemní voda, živé organismy, čas nebo antropogenní zásahy. Půda je proto velmi komplikovaný a variabilní systém zemské sféry a dosud nejsou pochopeny zcela všechny procesy, které v půdě probíhají.

Tato práce se věnuje převážně vybraným hydrologickým vlastnostem půdy, neboli hydropedologickým charakteristikám. Vědní obor hydropedologie se snaží pochopit velmi složité vztahy mezi půdou a vodou. Voda v půdě má důležitý význam pro půdní organismy a rostliny, protože je základním nepostradatelným faktorem (Kutílek, 1978). Obsah a množství vody je v půdním prostoru heterogenní. Rozložení vody je určeno hlavně množstvím efektivních srážek, vegetačním pokryvem, rychlostí evapotranspirace, strukturou půdy a jejími dalšími vlastnostmi (viz níže), geologickými vlastnostmi, antropogenním ovlivněním atd. (Yu et al., 2018). Složitost vztahu voda-půda dokazuje i fakt, že nejméně známá část hydrologického systému se odehrává v půdní složce, konkrétně od dopadu srážky na půdu až do průtoku v toku (Tesař et al., 2001). Tento nejasný proces potvrzují např. i studie z nedávné doby (Jarvis et al., 2016; Mello et al., 2012; Noguchi et al., 1997; Saha et al., 2015; Schmocker-Fackel et al., 2007; Weiler et al., 2003). Ty se zabývají významem preferenčního proudění v půdě, které má větší dosah, než se do teď předpokládalo.

Zkoumaným územím diplomové práce je povodí Tetřívčího potoka, které se nachází v pramenné oblasti Blanice v podhůří Šumavy. Kocum (2012) uvádí, že odtok vody se vytváří v pramenných oblastech, a proto by se v těchto místech měly začít studovat krajinné systémy, aby došlo k plnému pochopení změn v odtokovém režimu. Bližší pochopení interakcí voda-půda napomůže vysvětlit a možná i vyřešit mnohé „aktuální“ klimatické problémy. Protože klimatické podmínky se mění a jsou velmi variabilní, přináší s sebou extrémní meteorologické události, které stále více ohrožují lidskou společnost. Ať jsou jimi povodně, nebo druhý extrém sucho. Protože zvláště během suchých letních period konvektivní dešťové bouře ohrožují stále více povodí malého a středního rozměru vytvářením bleskových povodní (Bronstert, 2003). Též dlouhodobé srážkové úhrny během nasycených půdních podmínek v zimě často

vedou k rozsáhlým přírodním katastrofám. Současná zranitelnost je způsobena stále větším přesunem sídelních oblastí do přírodních záplavových oblastí a předpokladem, že povodně i sucho budou častějším jevem, než tomu doposud bylo (Hümann et al., 2011). Svojí prací bych chtěla přispět k lepšímu pochopení hydrologických vlastností půd, a tím zvýšit preventivní ochranu proti následkům změn nepříznivého klimatu.

2. Rešerše

2.1. Hydropedologie

Hydropedologie jako vědní obor se zaměřuje na rozhraní mezi hydrosférou a pedosférou a snaží se integrovat příslušné oblasti výzkumu. Interakce mezi půdou a vodou jsou velmi těsné, a pokud jim je věnována detailní pozornost, neměly by být studovány odděleně (Mello et al., 2012). Pedologie umožňuje hydrologii pochopit procesy spojené s vytvářením odtoku a podzemní vody. Konkrétně fyzikální, chemické a biologické procesy v půdě určují charakter hydrologických procesů v krajině. Naopak hydrologické procesy (hydrologický cyklus) v krajině přispívají k procesům tvorby půdy, k jejich vývoji a prostorové variabilitě (Mello et al., 2012; Lin, 2011). Je možné si všimnout, že druhý cíl hydropedologie je opak toho prvního. Naměřená a zjištěná hydropedologická data slouží ke zlepšení modelu půdní krajiny, porozumění mechanismů a variability půdního prostoru, kvantifikace tříd odvodnění půd, modelování dynamických změn půdy v rámci různých využití půdy, dále slouží k lepšímu porozumění a predikci toku vody v krajině nebo ke spolehlivějšímu hydrologickému modelování (Lin et al., 2006). Je potřeba dbát na dodržování správné metodiky při odebírání vzorků povrchových ploch půdy nebo na přípravu půdních vzorků, aby nedocházelo ke vzniku odchylek v závěrech studií (Lin, 2011).

Hydropedologické charakteristiky i pedologické vlastnosti jsou velmi variabilní a často v prostoru náhodně rozložené. Variabilitu charakteristik a vlastností ovlivňuje hlavně čas, prostor a hloubka půdy (Allen et al., 2009). Např. ve studii (Mello et al., 2012) je potvrzeno, že půdní podmínky jsou velmi variabilní a chování půd je často velmi těžko předpověditelné. Vědci modelovali 3-letou vodní bilanci pro 6 ha povodí s písčitými půdami. Ani jeden z deseti modelů nesimuloval danou událost správně. Vzhledem k písčitém půdám byla spočítána rychlejší infiltrace vody do půdy, než tomu bylo ve skutečnosti. V povodí se totiž vyskytovala nepropustná půdní vrstva, kterou model nedokázal dostatečně odhadnout, a proto infiltrace vody do půdy byla nižší, než modely spočítaly. I v dalších studiích (Mello et al., 2012; Lin, 2011) bylo uvedeno, že existuje velká mezera v pochopení interakcí procesů půdy a vody. Větší množství dat získaných terénním měřením by mohlo zvýšit porozumění hydrologických procesů v půdním prostředí.

2.2. Voda v půdě

Voda v půdě, respektive v půdních pórech, se může nacházet ve všech třech skupenstvích v závislosti na okolních podmínkách. Existují dvě zóny podpovrchové vody – zóna nasycená (zóna saturace) a nenasycená (zóna aerace). Póry v oblasti nasycení obsahují pouze vodu a v nenasyceném pásmu spolu s vodou obsahují i vzduch.

Voda v nenasycené zóně půdy je ovlivňována fyzikálními vlastnostmi přízemní vrstvy vzduchu (Netopil, 1970). Na vlhkost půdy proto má vliv denní, sezónní i roční cyklus vzhledem ke změně teploty, výparu a relativní vlhkosti vzduchu (Netopil, 1970; Vičanová et al., 2010). Existují tři formy poutání půdní vody – adsorpční, kapilární a gravitační (Kutílek, 1978).

Adsorpční voda se drží na povrchu půdních zrn, kde je poutána fyzikálními silami povrchu zrn a silami podmíněnými polárními vlastnostmi molekul vody (Netopil, 1970). Adsorpční voda je přijímána ze vzdušné vlhkosti, kdy vzduch je nasycen vodními parami. Adsorpční voda může pokrývat rozdílná půdní zrna, a tím měnit i svoji polohu v závislosti na nevyrovnanosti přitažlivých sil zrn (Kutílek, 1978). Velikost zrn a pórů má vliv na odlišný obsah adsorpční vody (Netopil, 1970).

Kapilární voda je držena kapilární silou, která působí ve směru od povrchu půdních zrn až za adsorpční silou. Když se vodní obaly protilehlých zrn spojí, začíná působit kapilární síla, která je ovlivňována tvarem půdních zrn, pórů a smáčivostí pevné fáze. Existují tři druhy styku kapalně fáze s tuhým. Kapalina může zcela smáčet, neúplně smáčet nebo nesmáčet povrch tuhé fáze. Třetí způsob je charakteristický pro hydrofobní povrch (Kutílek et al., 1993). Kapilární voda se dělí na vodu zavěšenou (kapilární a semikapilární) a kapilárně vzlínající (podepřenou), (Kutílek, 1978). Zavěšená voda se nachází v povrchové vrstvě půdy a gravitační síly na ní nepůsobí. Původ vzniku zavěšené vody je způsoben schopností půdy zadržet určité množství vody proti působení gravitační síly (Kutílek et al., 1994). Při rozdílu povrchových tlaků, normálního v hladině podzemní vody a meniskového v čele vzlínající vody, vzniká vzlínající voda. S výškou vzlínání se proces zpomaluje a zcela se zastavuje při rovnováze síly kapilární s gravitační (Kutílek et al., 1994).

Gravitační voda se vytváří ve chvíli, kdy kapilární síla není schopna udržet všechnu vodu a zapojuje se síla gravitační. To se stává v případě, kdy se do půdy

infiltrují přirozené nebo umělé srážky. Půdní póry ve vrchní vrstvě jsou pak nasyceny vodou. Z nekapilárních pórů gravitační voda stéká dolů, a tím dochází k uvolňování prostoru pro další možnou infiltraci vody (Kutílek, 1978). Množství srážek dopadajících na zemský povrch a hodnota maximální kapilární vodní kapacity půdy (maximální množství hygroskopické, adhezní a kapilární vody) ovlivňuje hloubku proniknutí gravitační vody. Gravitační voda se dělí na prosakující gravitační vodu a podepřenou gravitační vrstvu. Druhý případ vzniká, když pohybující se voda neboli prosakující gravitační voda, narazí na nepropustnou vrstvu (Kutílek, 1978). Gravitační voda může proniknout až k hladině podzemní vody, a tím ji pozitivně ovlivnit (Netopil, 1970).

Nasycená zóna se dělí na pásmo kapilárního zdvihu a pásmo zvodnění. Hranici mezi pásmy tvoří hladina podzemní vody (Kříž, 1983). Hladina podzemní vody má nulový celkový potenciál půdní vody a prochází půdním profilem nebo podložím nepravidelně. Nad hladinou podzemní vody probíhá kapilární vztlínání (Kutílek, 1978).

2.3. Vlastnosti půdy ovlivňující množství a pohyb vody v půdním profilu

Půda je složena z pevné složky jako jsou půdní částice a agregáty, které vytvářejí strukturu; z porézního prostoru, který je určen v závislosti na rozložení, velikosti a morfologii pórů a jejich komunikačních sítí; z kapalné, plynné a biologické části (půdní kořeny a mikroorganismy), které se nacházejí uvnitř porézního prostoru. Rozhraní mezi pevnou složkou a porézním prostorem je určeno velikostí pórů (mikro a makropóry) a půdní strukturou - charakter agregátů, půdní kořeny a další půdní materiál (Mello et al., 2012).

Interakce mezi půdou a vodou není zatím zcela pochopena (Yu et al., 2018), i přes to, že půda a její vlastnosti mají velký vliv na obsah a pohyb vody nejen v půdním profilu, ale ovlivňují i rozhraní vody povrchové a podpovrchové, a tím i odtokové procesy. Předpokládá se, že využití půdy a hospodaření s půdou má velký dopad na průběh odtoku. Aby se zlepšilo porozumění vzájemného vztahu mezi půdou a vodou v různých fyzickogeografických podmínkách, je zapotřebí terénního průzkumu a měření (Hümann et al., 2011). Bohužel složitost získávání dat a komplikovanost vodních cyklů v půdě ztěžují určování množství a průběhu hydrologických procesů v půdě a interpretaci dynamiky vlhkosti půdy (Yu et al., 2018).

Zrnitost, textura nebo též mechanická skladba, vznikla při genezi půdy. Zrnitost je dána zastoupením velikostně odlišných minerálních částic (Tomášek, 2000). Částice větší než 2 mm se nazývají skelet. Pokud se v půdě nevyskytuje skelet, nazývá se jemnozemí. Zrnitost půdy ovlivňuje fyzikální a chemické vlastnosti půd, např. vododržnost, provzdušněnost, tepelnou vodivost nebo adsorpční kapacitu (Suchara, 2007). Dále též pohyb vody v půdě a infiltraci. Středně těžké půdy (písčitohlinité až hlinité) mají obecně nejlepší poměr retenčních a infiltračních vlastností vzhledem k dobrým fyzikálním vlastnostem, nižší objemové hmotnosti, dobrému provzdušnění a biologické aktivitě. Písčité půdy mají vysokou infiltraci a nízkou retenci vody a jílovité půdy jsou naopak nepříznivé pro pohyb vody, mají nízkou infiltraci a vysokou retenci (Jiang et al., 2005; Šefrna, 2004). Nejnižší objem potenciálně zadržené vody se nachází v písčitých půdách, které mají největší částice (Wang et al., 2016). U jílovitých půd často dochází k přemokření.

Pórovitost je definována jako prostory mezi půdními částicemi. Tyto prostory se nazývají póry, mají různý tvar, velikost, jsou spojitě nebo přerušované a jsou nezaplněné tuhou fází půdy (Kutílek, 1978; Suchara 2007). Pórovitost je objem všech pórů a vyjadřuje se v procentech k celkovému objemu půdy v přirozeném uložení. Objem, tvar a velikost půdních pórů má vliv na složení, množství a pohyb půdní vody (Kutílek, 1978). Nejčastěji se rozlišují dvě kategorie půdních pórů - kapilární a větší póry nekapilární, neboli gravitační. O stupni pórovitosti rozhoduje převážně obsah humusu, skeletovitost, půdní struktura a míra utužování půdního povrchu (Suchara, 2007). V redukčním půdním prostředí dochází k deformaci, dysfunkci a odumírání kořenů (Suchara, 2007). Půda složená z malých částic má malý obsah pórů, ale velkou pórovitost. Naopak půdy s dominancí velkých částic nebo s částicemi nepravidelně rozloženými mají velký obsah pórů, ale malou pórovitost (Klimo, 1996, Kutílek a kol., 1993). Půdy s menšími póry a vyšší rozmanitostí velikosti pórů pojmu větší množství vody, a tím méně omezují růst rostlin (Zangiabadi et al., 2017).

Termín efektivní pórovitost započítává pouze objem pórů, které jsou součástí srážkoodtokového procesu (Drbal, 1986). Proto pro řešení pohybu vody v půdě je lepší použít efektivní pórovitost než celkovou pórovitost. Rychlost pohybu vody ovlivňuje hydrologické vlastnosti půdy, migraci látek a živin, proces pedogeneze a i hydrologický cyklus (Noguchi et al. 1997). Pohyb vody a vzduchu převážně probíhá v makropórech neboli v preferenčních cestách (seskupeních větších pórů), (Weiler et al., 2003; Saha et al., 2015). Je mnoho procesů, které ovlivňují vznik, zánik a

množství makropórů – procesy vytvořené půdní faunou (Mello et al., 2012), rozpadem kořenů rostlin, procesem zvlhčování a sušení, cyklem zmrazování a rozmrazování půdy v chladném klimatu, nárazy dešťových kapek, erozivní působení podpovrchového toku nebo obdělávání půdy (Weiler et al., 2003). Intenzivní kultivace půdy a nárazy dešťových kapek způsobují mechanický rozpad makroagregátů a zničení existujících makropórů. V půdě tak zůstává větší množství mikroagregátů a mikropórů, často dochází ke zhutnění povrchové půdní vrstvy, k nižší schopnosti retence vody v půdě a k tvorbě zvýšeného povrchového odtoku (Saha et al., 2015).

V lesích je bohatý kořenový systém, a proto je zde výskyt preferenčních cest častější (Schmocker-Fackel a kol., 2007; Mello et al., 2012). Preferenční proudění vzniká při určitém stupni nasycení, kdy dochází k vytvoření spojitě sítě (Císlarová, 2003). Preferenční cesty úzce souvisí s nasycenou hydraulickou vodivostí (Saha et al., 2015) a jejich působení na tok vody v půdě není prozatím dostatečně prozkoumané (Mello et al., 2012). Noguchi et al. (1997) uvedl, že k většímu porozumění celému hydrologickému mechanismu v půdním prostředí je zapotřebí většího množství dat. Ani v současné době podle Jarvise et al. (2016) nebo Weiler et al. (2003) neexistuje žádný simulační model, který by zohledňoval mechanismus preferenčních cest, i přesto, že výskyt preferenčního proudění je velmi častý a podstatný.

Půdní vzduch ovlivňuje pohyb vody. V půdním profilu může vzniknout propojená síť vzdušných pórů. Při vysoké vlhkosti půdy a jejím rychlém zvlhčení dochází k zániku této sítě a jednotlivé póry se izolují (Kutílek et al., 1993). Infiltrace vody do půdního profilu může být zastavena, pokud se unikající vzduch vsakující nebo protékající vodě dostane do míst s menším tlakem. Optimální provzdušněnost z celkové pórovitosti je 30 % (Nypl et al., 1992).

Humus je složen z odlišně rozložených organických látek živočišného a rostlinného původu. Humus vzniká procesem humifikace. Složení humusu závisí na složení místní fauny a flory, stupeň a rychlost rozpadu se odvíjí od místních fyzikogeografických podmínek. Míra rozkladu organické hmoty v humusovém horizontu je určena množstvím uhlíku a poměr uhlíku a dusíku udává kvalitu humusu (Klimo, 1996). Pokud je obsah dusíku vysoký a poměr C:N v humusovém horizontu nízký, je kvalita humusu vysoká. Čím vyšší množství uhlíku humus obsahuje, tím vyšší je fáze rozkladu (Suchara, 2007).

Humus ovlivňuje fyzikální vlastnosti, retenci, infiltraci, vodní a vzdušný režim půdy a půdní strukturu (Klimo, 1996). Dále pozitivně působí na sorpční vlastnosti půdy, hraje důležitou roli při tvorbě odtoku (Gerke et al., 2015) a přispívá k jeho vyrovnanosti (Kutílek, 1978, Šanda et al., 2006). Např. mohutná humusová vrstva podporuje dočasné zadržování vody. Pokud jsou v půdě preferenční cesty, zadržaná voda se pomocí nich dostává hlouběji do půdy a povrchový odtok je nižší (Mello et al., 2012).

Půdní struktura je tvořena charakteristickým seskupením půdních částic do agregátů. Existují dva druhy agregátů – mikro a makroagregáty, hranice mezi nimi je 0,25 mm. Jsou půdy strukturní, složené z agregátů, a půdy nestrukturní, kde agregáty jsou rozpadlé. Půdní struktura se vytváří nepřetržitě a je ovlivňována např. kořenovým systémem, biologickou činností, srážkovými úhrny, vlhkostí půdy nebo antropogenními zásahy. Dešťové kapky dopadající na zemský povrch způsobují mechanické rozrušení, rozptyl nebo zhutnění agregátů až do hloubky půdního profilu 6 cm (Rousseva et al., 2002). Vrstva humusu a vegetační kryt při srážkových úhrnech snižují narušení půdní struktury a možný vznik povrchové nepropustné vrstvy pro vodu (Létal, 2010). Vlivem zemědělské techniky může opakovaně docházet k ničení půdní struktury, a tím k jejímu nenávratnému porušení (Kutílek, 1978). Struktura půdy zároveň sama ovlivňuje mnoho procesů v půdě - retenci i infiltraci, a tím působí na obsah vody v půdě (Mello et al., 2012; Lin, 2003), dále má vliv na hydraulickou vodivost půdy (Otalvaro et al., 2016), výměnu plynů, půdní organickou hmotu a dynamiku živin, penetraci kořenů a na náchylnost půdy k erozi (Rabot et al., 2018). V některých případech se jedná o zpětnou vazbu. Biologická činnost probíhá snáze ve strukturních půdách než v nestrukturních (Létal, 2010).

2.4. Vybrané hydropedologické charakteristiky

Maximální kapilární vodní kapacita (MKVK), někdy též uváděná jako maximální vodní kapilární kapacita, Suchara (2007) popisuje: „Objemová vlhkost půdy podle Nováka je smluvně přesně definována jako množství vody, které nasaje neporušený půdní vzorek z vodou syčeného filtračního papíru a zadržuje po následném dvouhodinovém odsávání vody na suchém filtračním papíru.“ MKVK půdy je závislá na množství vsakující se vody, předešlém stavu půdní vlhkosti a na množství a

velikosti pórů, především kapilárních pórů (Netopil, 1970). Objem pórů může být spjat se změnou vlhkosti půdy a ta se změnou teploty (Suchara, 2007).

Kritéria hodnocení MKVK půdních pokryvů určující vododržnost půdy jsou uvedena v tabulce 1

Tabulka 1: Kritéria hodnocení MKVK půdních pokryvů (Valla, 2007)

Kritérium objemové MKVK [%]	Hodnocení MKVK	Vododržnost půdy
méně než 5	velmi nízká	velmi slabá
5-10	nízká	slabá
11-30	střední	střední
31-50	vysoká	silná
více než 50	velmi vysoká	velmi silná

Plná vodní kapacita (PVK), též někdy uváděná jako efektivní pórovitost nebo maximální vodní kapacita, je definována jako obsah vody, kterou pojme odebraný půdní vzorek (např. pomocí Kopeckého válečku - 100 cm³) v kapilárních a nekapilárních pórech po té, co se vzorek nechá dva dny zcela ponořený ve vodě (Suchara, 2007). PVK většinou klesá společně s rostoucí hloubkou půdního profilu (Kocum, 2012). Pokud nastane situace, že PVK se zvyšující se hloubkou stoupá, v půdním profilu je méně propustná vrstva (Kutílek, 1978; Rousseva et al., 2002) nebo zde probíhá pedoturbace. Pedoturbace je proces, při kterém dochází k narušování a smíchávání jednotlivých půdních horizontů. PVK klesá se zvyšující se intenzitou rozkladu.

Efektivní pórovitost vymezuje jenom objem vody, který se nachází v pórech účastnících se průtoku (Drbal, 1986).

Infiltrace je proces vsakování vody do půdy (Kutílek et al., 1993). Infiltrace působí na povrchový a podpovrchový odtok, zásoby podzemní vody, celkový vodní režim (Kutílek, 1978) a souvisí i s vodní erozí (Nypl et al., 1992). Z rychlosti infiltrace lze stanovit hydraulickou vodivost (Matula et al., 1989). Rychlost infiltrace je ovlivněna mnoha faktory, např. intenzitou a délkou trvání deště, půdními vlastnostmi, kořenovým systémem (Vičanová et al., 2010), reliéfem a mikroreliéfem nebo agrotechnickým zpracováním a smáčecí rychlostí povrchu (Liu et al., 2011). Mezi půdní vlastnosti ovlivňující infiltrační proces patří celková i kapilární pórovitost, půdní vlhkost, nebo stabilita a množství agregátů, ale především preferenční cesty (viz výše). Infiltrace se

účastní vsakující se voda, ale i kapilární voda nacházející se v půdním profilu (Kutílek, 1978). Půdy s nízkou propustností povrchové vrstvy většinou mají při srážkových událostech nízkou schopnost infiltrace a vysoký povrchový odtok. Při výskytu makropórů v půdě se infiltrace zvyšuje, a tím pádem se snižuje povrchový odtok. Půda s vysokou schopností infiltrace pozitivně zpomaluje rychlost cirkulace vody (Kovaříček et al., 2008). Průtok vody z makropórů do okolní půdní matrice je především ovlivněn vlastnostmi půdy (propustný či nepropustný půdní horizont) a množstvím vody v půdě. (Weiler et al., 2003).

Při jednorázových intenzivních srážkových úhrnech je infiltrace z počátku vysoká a s postupem času se snižuje. Se zvyšující se intenzitou nebo množstvím srážek dochází ke zvýšení hloubky infiltrace (Yu et al., 2018). Zároveň dochází ke snižování infiltrace, a tím i hodnot nasycené hydraulické vodivosti s hloubkou půdního profilu (Saha et al., 2015). Pokud je intenzita deště vyšší než infiltrační rychlost, voda se akumuluje na zemském povrchu a rychlost infiltrace se snižuje (Nypl et al., 1992). Menší srážkové úhrny se infiltrují pouze do povrchové půdní vrstvy nebo jsou zachyceny vegetací (Yu et al., 2018).

Po infiltraci vody do půdy probíhá její redistribuce. Redistribuce je proces, během něhož dochází k pohybu vody, který je způsobený vysokým gradientem potenciálu mezi vrchním provlhčeným a spodním méně vlhkým pásmem. Redistribuce přijímá vodu pouze z horní části půdy (Kutílek et al., 1993).

Retenční schopnost půdy je vlastnost, na základě které půdní profil po určitý čas zadržuje vodu. Retence je závislá na obsahu humusu a organických látek v nadložním humusu, na zrnitosti, hloubce a skeletovitosti (Šefrna, 2004). Kamenité půdy mohou mít nižší retenci až o několik desítek procent (Orfánus et al., 2012). Půda po celý rok vyrovnává rozdíly mezi teplým a studeným obdobím (Šír et al., 2004). Pokud je během srážkových úhrnů překročena retenční kapacita půdy, může dojít k vytvoření povodňové vlny (Lichner et al., 2004). Malá retenční schopnost půd může být někdy způsobena špatným zemědělským hospodařením, které ničí, a tím i snižuje přirozenou retenci krajiny. Janský (2004) uvádí, že přírodní retenční prostor se nachází především v říčních nivách (přírodní zátopové území v době povodní) a v mokřadech. Mokřady se v minulosti často vysušovaly, a tím docházelo ke zničení jejich retenčních vlastností. Retenční schopnost půdy dále může být ohrožena přírodními a antropogenními procesy, např. zkulturnování půdy, degradační procesy půdy (eroze, akumulace), zhutnění (dochází ke snížení infiltrační schopnosti), nižším

počtem a diverzitou půdního edafonu (méně preferenčních cest), drenážní odvodnění (rychlejší odtok vody z povodí), acidifikace atd. (Šefrna, 2004).

2.5. Vliv vegetačního pokryvu a reliéfu na půdní poměry, hydropedologické vlastnosti a odtokový proces

2.5.1 Vliv vegetačního pokryvu

Vegetační kryt působí na půdní vlastnosti i retenční a infiltrační schopnosti půdy (Wahl et al., 2003), ale interakce mezi vegetačním krytem a půdou v hydrologickém směru nejsou zatím zcela pochopeny (Yu et al., 2018, Hümann et al., 2011). Vegetace ovlivňuje půdu evapotranspirací, hydraulickým zdvihem, obsahem organických látek, kořenovým systémem atd. Vegetace spolu s organismy určuje složení humusu. Lesní vegetace, především ta jehličnatá, produkuje velké množství nadložního humusu (Mello et al., 2012) a Saha et al. (2015) uvádí, že travnatá vegetace též kumuluje velké množství organického materiálu. Mohutná vrstva nadložního humusu dokáže zvýšit dočasné zadržování vody (Mello et al., 2012), a tím i retenční kapacitu půd (Hümann et al., 2011, Wahl et al., 2003). Např. Švihla et al. (2007) zkoumal rozdíl bukového a smrkového nadložního humusu. Infiltrační kapacita nadložního humusu smrkového porostu byla dvakrát vyšší než u bukového. To potvrzovalo i zjištění, že ve smrkovém porostu má nadložní humus více jak dvojnásobné množství gravitačních pórů (větší než 0,2 mm), než v porostu bukovém.

Kořenový systém vegetačního pokryvu působí na půdní strukturu, velikost, tvar pórů atd. (viz výše). Podél kořenů často vzniká preferenční proudění, které je velmi podstatné pro pohyb půdní vody (Saha et al., 2015). Intenzivně zakořeněné stromy mohou rozvolnit půdu, mnohdy i zhutnělé, pro vodu nepropustné vrstvy, a proto dochází ke zvýšení celkové vodní kapacity půdy (Hümann et al., 2011). Travní porosty mají též dobře vyvinut kořenový systém (Saha et al., 2015). A proto půdy v přírodním lese (i na travních porostech) jsou většinou poměrně porézní s vysokou mírou infiltrace (Hümann et al., 2011). Vzhledem k odlišnému charakteru kořenového systému a rozdílné strategii ve využívání vody (Yu et al., 2018) každý vegetační kryt získává vodu z půdy v rozdílných hloubkách v závislosti na druhu, typu a stáří

vegetace i na ročním období. To vše ovlivňuje půdní hydrologii - rychlost infiltrace, retenční schopnosti a hodnotu povrchového odtoku (Zhang et al., 2011; Yu et al., 2018; Mao et al., 2016). Proto přeměna lesních a travnatých půd na obdělávanou půdu ovlivňuje velikost a tvar pórů (rozdílné ekosystémy mají jinou geometrii pórů), způsobuje zhoršení půdní struktury, nižší vstup organické hmoty (Wahl et al., 2003), vznik vyšší kompaktnosti půdních vrstev, vznik nižší makroporéznosti a celkově vede k fyzikální degradaci půdy. Transformace přírodní vegetace (lesní, keřové a luční) na zemědělskou půdu, především ornou, většinou způsobuje nižší zadržování vody v povodí a nižší infiltrační kapacitu (Saha et al., 2015). To potvrzuje i Zhang et al. (2011), který na základě hodnot stabilního izotopu vody uvedl, že půdy na lesním pokryvu zadrží větší množství vody, než je tomu u půd s keřovým pokryvem nebo u půd alpských luk, a proto půdy s lesním porostem jsou účinnější v regulaci vodních toků, než je tomu u zbylých dvou pokryvů.

Saha et al. (2015) a Mello et al. (2012) popsali změnu hodnoty nasycené hydraulické vodivosti v závislosti na druhu vegetace. Saha et al. (2015) dále uvedl, že nasycená hydraulická vodivost měřená v povrchových i podpovrchových vrstvách na lesních a travnatých půdách měla vyšší hodnoty než v erodované a zemědělské půdě. Vyšší hodnoty nasycené hydraulické vodivosti v lesních a travnatých půdách mohou být zapříčiněny vyšší makroporézností tohoto prostředí. Naopak Mello et al. (2012) naměřil hodnotu nasycené půdní hydraulické vodivosti 3krát až 5krát vyšší v přirozeném lese, než na území s pastvinami. Důležité je poznamenat, že na obou územích se nacházel stejný půdní typ i topografie reliéfu, což svědčí o významu vegetačního krytu, struktury a pórovitosti půdy, které mají vliv na preferenční proudění. Saha et al. (2015) dále uvedl, že s hloubkou byl nejvýraznější pokles nasycené hydraulické vodivosti v zemědělských půdách v porovnání s lesními a travními porosty.

Vliv lesa na odtokový proces

Většina studií se shoduje na faktu, že lesy snižují odtok z povodí. Les ale může regulovat velikost povodně jen do určité míry, a to je ve většině případů nedostačující. Při nadměrných srážkových úhrnech les pomocí intercepce a transpirace nemusí zabránit vzniku přívalových povodní (Hümann et al., 2011). Les nejvýrazněji zmírňuje odtok a snižuje kulminační vlny při malých a častých povodních. Ale též pomocí evapotranspirace může vznikat deficit půdní vlhkosti (Hümann et al., 2011). Lesní pokryv pozitivně ovlivňuje retenční kapacitu vody v půdě a dokáže snižovat rychlost

povrchového odtoku (Švihla et al., 2007). Wahl et al. (2003) a Hümann et al. (2011) uvádí, že u vykáceného lesního porostu, hospodářsky řízených lesů nebo u nově vysázeného lesa, kde byla nesprávně provedena kultivace nebo drenáž dochází ke zvýšení odtoku a většímu riziku vzniku povodní.

Zhang et al. (2011) popsal změnu vegetačního pokryvu, respektive pokles lesního a keřového porostu v povodí Minjiang v Balangských horách. Studoval zde povodňové situace a jejich vztah k vegetačnímu pokryvu. Bylo patrné, že délka a počet povodňových událostí souvisí se změnou typu vegetace a využití půdy. Autor ve své studii dále uvedl, že pomocí vhodného managementu vegetačního krytu lze docílit vyšší retenční schopnosti, a tím nižšího odtoku vody z krajiny, a je proto nezbytný při ochraně půdy a vegetačního krytu před povodněmi.

Obecně lze říci, že vztahy mezi lesní vegetací, půdou a vodními toky ovlivňují povodňové situace a mají velký význam při preventivních opatřeních během povodní (Hümann et al., 2011).

2.5.2 Vliv reliéfu

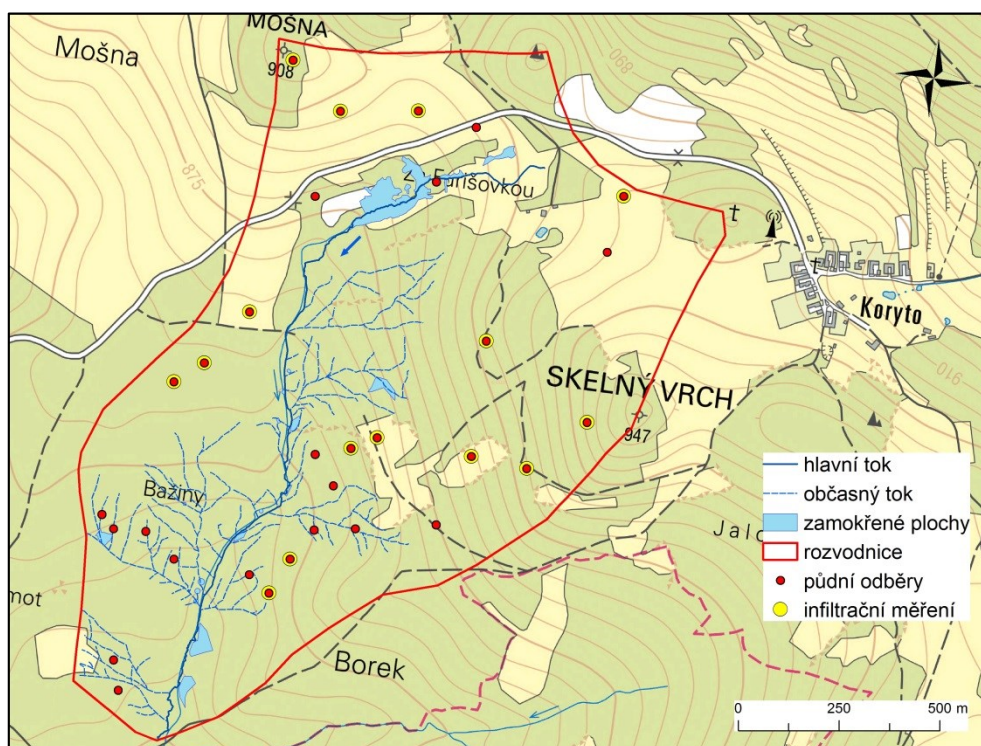
Reliéf je jeden z půdotvorných faktorů, který ovlivňuje genezi půd a jejich vlastnosti. Reliéf působí na půdní vlastnosti několika směry. Nadmořská výška ovlivňuje především klimatické poměry daného území, a tím podmiňuje výskyt jednotlivých půdních typů. Orientace svahu vůči světovým stranám též ovlivňuje klimatické podmínky území, a to rozdílným přísunem tepelné energie ze slunečního záření během dne i roku. Orientace svahu vůči světovým stranám má např. vliv na povrchovou teplotu půdy, tání sněhové pokrývky atd. Jižní svahy mají vyšší povrchovou teplotu půdy a sněhová pokrývka zde setrvává kratší dobu než na severních svazích. Konkávní svahy mají vyšší denní i roční teplotní amplitudu a prostředí je zde vlhčí, naproti tomu konvexní svahy jsou vystaveny vyšší rychlosti větru a dochází zde k homogenizaci teploty vzduchu (Zamazalová, 2014).

Zamazalová (2014) dále uvádí, že sklon svahu ovlivňuje vývoj a hloubku půdního profilu, obsah půdní vlhkosti, povrchový odtok, půdní erozi atd. Ve svažitém reliéfu půdy bývají méně vyvinuté a mělké, a dochází zde k rozdílné mocnosti vrchního horizontu, kdy posunem po svahu dolů vzniká více mocný vrchní horizont. Oproti tomu rovinný reliéf poskytuje stálý vývoj pro půdní i vegetační kryt. Sklon svahu ovlivňuje vstup vody do půdy – infiltraci, ale tento vliv nebyl zatím zcela plně objasněn

a předchozí závěry jsou protichůdné (Morbidelli et al., 2016). Weiler et al. (2003) uvedl, že sklon a drsnost povrchu půdy mají velký vliv na povrchový odtok. Např. Zheng et al. (2017) ve své studii uvádí, že hodnota infiltrace se zvyšovala se zvyšujícím se úhlem sklonu. Větší část studií se ale přiklání k opačnému názoru, že s rostoucím úhlem sklonu rychlost infiltrace klesá (Morbidelli et al., 2015; Morbidelli et al., 2016; Morbidelli et al., 2018; Fox et al., 1997) a s rostoucím úhlem sklonu se též snižuje celková retenční schopnost půdy. Fox et al. (1997) uvádí, že to může způsobovat kratší doba zadržení dešťových srážek na povrchu půdy, protože strmější svah způsobuje rychlejší proudění povrchové vody. Naopak na rovinném reliéfu je rychlost odtoku nižší, může docházet k akumulaci vody a někdy až ke vzniku podmáčeného terénu. Vliv sklonu svahu na infiltraci je komplikovaný, ovlivňuje ho několik faktorů - intenzita srážkového úhrnu, mikroreliéf, vegetační pokryv, půdní vlastnosti a vertikální a horizontální heterogenita půdních vlastností. Morbidelli et al. (2018) uvádí, že nejednoznačnost dosavadních výsledků je pravděpodobně způsobena faktem, že experimentální měření byla prováděna za nestejných faktorů, které infiltrační a retenční schopnosti půdy ovlivňují.

3. Vymezení a charakteristika území

Předmětem zájmu této práce je dílčí část povodí Tetřívčího potoka. Nachází se v pramenné oblasti povodí řeky Blanice (Jihočeský kraj, okres Prachatice, jihovýchodně od obce Zbytiny). Tetřívčí potok je dlouhý 3,9 km a plocha povodí je 6,1 km² (Kalkus, 2016). Potok má dva pravostranné a jeden levostranný přítok. Zájmovou oblastí je povodí bezejmenného potoka, který přitéká z pravé strany do Tetřívčího potoka (Obrázek 1). Bezejmenný potok pramení v nadmořské výšce 903 m n. m a jeho povodí se rozkládá na ploše 1,63 km². Zájmové území je odvodňováno hlavním tokem spolu s uměle vytvořeným systémem odvodňovacích příkopů. Povodí bezejmenného potoka je v textu uváděno pod pracovním názvem – povodí Tetřívčího potoka.



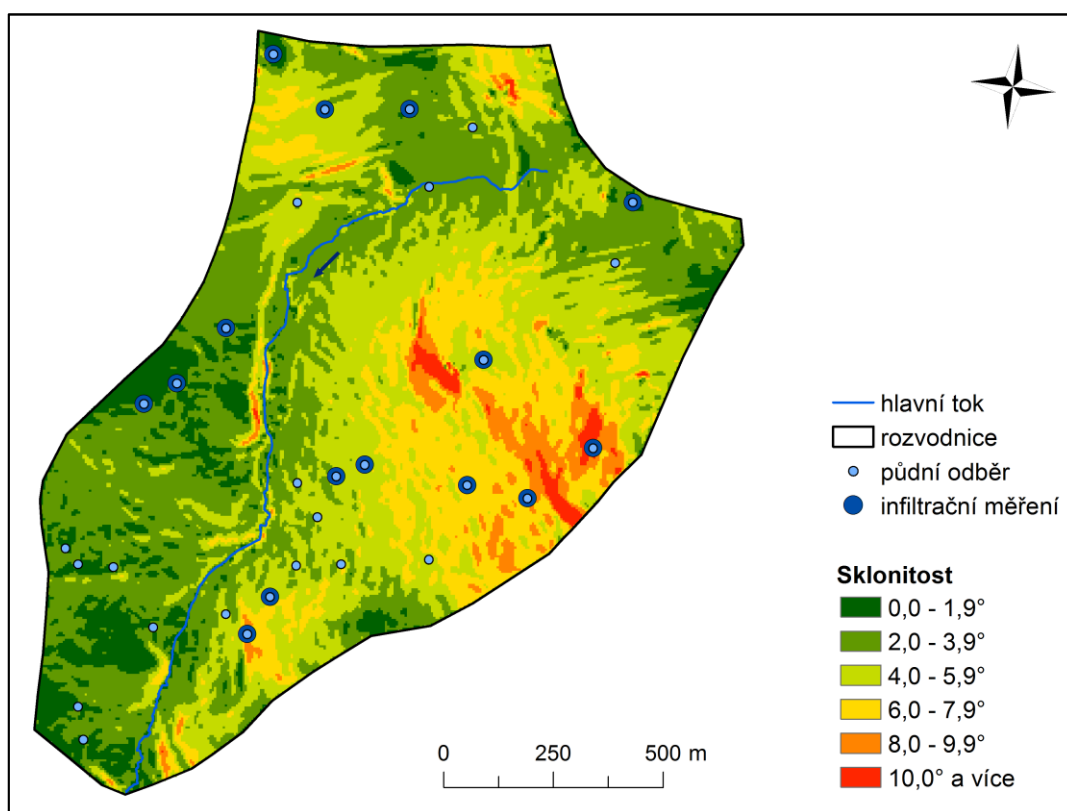
Obrázek 1: Přehledová mapa zájmového povodí Tetřívčího potoka, zdroj: ČÚZK (2018), DVEP Zbytiny (2018)

Povodí Tetřívčího a Zbytinského potoka tvoří párová experimentální povodí v pramenné oblasti Blanice, kde Katedra fyzické geografie a geoekologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze provádí od roku 2006 hydrologický

výzkum zaměřený na sledování odtokové odezvy na příčinné srážky z hlediska odlišného využití území. Povodí Zbytinského potoka leží sz. od povodí Tetřívčího potoka a není předmětem zájmu této práce. V této kapitole budou popsány pouze základní charakteristiky povodí Tetřívčího potoka. Podrobnější popis lze najít např. v pracích Malého (2009), Hintnause (2011), Královce (2011) nebo Kalkuse (2016).

3.1. Geologické, hydrogeologické a geomorfologické poměry

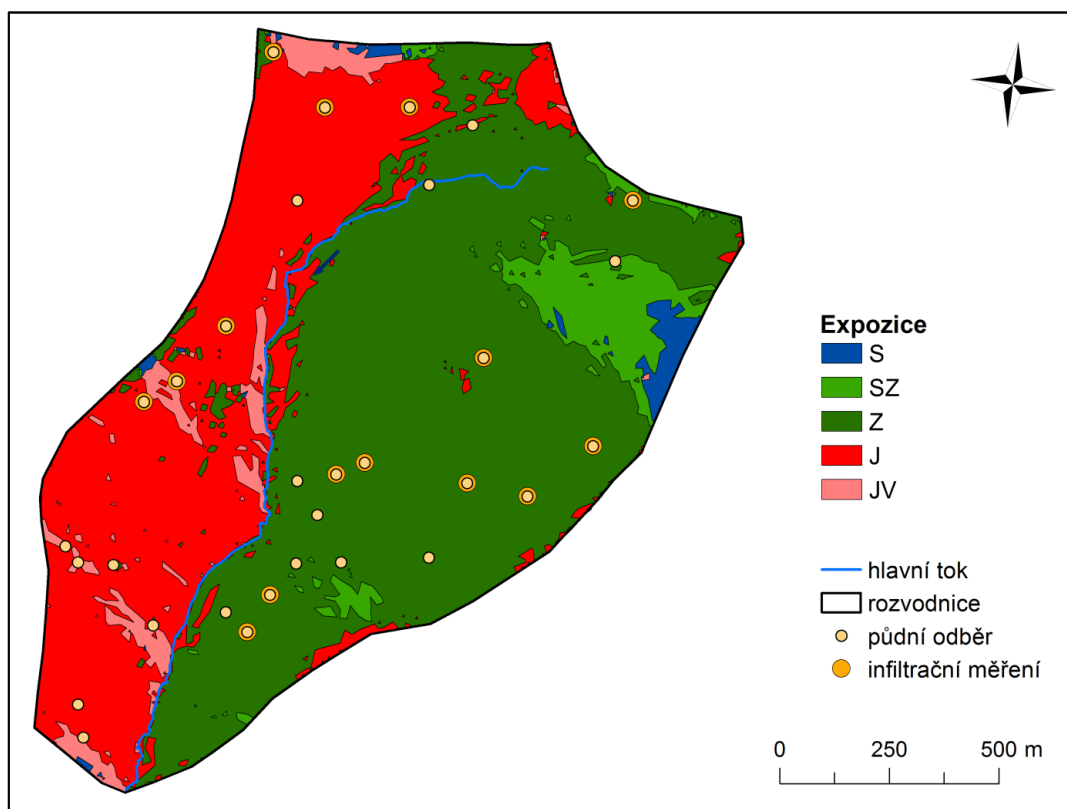
Podle České geologické služby (2018) se zkoumané povodí Tetřívčího potoka nachází v geologické oblasti moldanubické a regionu metamorfních jednotek v moldanubiku. Malá rozloha povodí má za důsledek poměrně homogenní geologickou skladbu. Zkoumané území náleží do granulitového komplexu (Kodym, 1961).



Obrázek 2: Mapa sklonitosti povodí Tetřívčího potoka, zdroj: DVEP Zbytiny (2018), ZABAGED (2016)

Největší zastoupení zde mají granulity (67 %). Pás ortorul (6,5 %) se nachází na SZ povodí. V pramenné oblasti hlavního toku se vyskytuje smíšený sediment (3,5 %) a v nivě toku se nachází nivní sediment (4 %). Nejčastěji se jedná o prachovitý a jemně písčité sediment (Hintnaus, 2011). Podél nivních a smíšených sedimentů se rozprostírají písčito-hlinité až hlinito-písčité sedimenty - 19 % (DVEP Zbytiny, 2018).

Podzemní vody jsou v puklinách krystalinika a žuly, v průlinách eluvia, sutí a kvartérních sedimentů. Stejnorodost geologického podloží způsobuje homogenní hydrogeologické poměry (Hintnaus, 2011). Podle Kříže (1983) krystalinikum patří většinou k oblastem, které jsou chudé na podzemní vodu.



Obrázek 3: Mapa expozice svahů v povodí Tetřívčího potoka, zdroj: ČÚZK (2018), DVEP Zbytiny (2018)

Povodí geomorfologicky náleží do podcelku Želnavská hornatina. Okrsek Křišťanovská vrchovina má členitý reliéf a vyskytují se zde krátké hřbety s kupovitými sukami a úvalovitými údolími (Bína et al., 2012). Nejvyšším vrcholem povodí Tetřívčího potoka je Skelný vrch s 947 m n. m., nacházející se v sv. části území. Nejnižší

položeným místem je pak ústí hlavního toku povodí – 825 m n. m. Rozdíl mezi maximální a minimální nadmořskou výškou je 122 m.

Průměrný sklon je $4,3^\circ$, maximální $21,2^\circ$ a území se nachází i na rovinatém terénu $0,0^\circ$. Nejčastější sklonitost je v rozmezí od 2° do 6° (obrázek 2). Více jak 90 % rozlohy povodí se rozprostírá na rovině a sklonu do 10° . Nejvyšší sklon je v okolí Skelného vrchu a směrem k hlavnímu toku se snižuje. Nízký sklon se velice často vyskytuje v jz. části povodí. Nízký sklon se též nachází podél hlavního toku. Území levého břehu potoka má nižší sklon než území pravého břehu. Expozice svahů je znázorněna na obrázku 3. Směr toku Tetřívčího potoka je sj., a proto na pravém břehu toku je j. a jv. expozice a na levém břehu z. a jz. Převažující expozice svahů je z. a j.

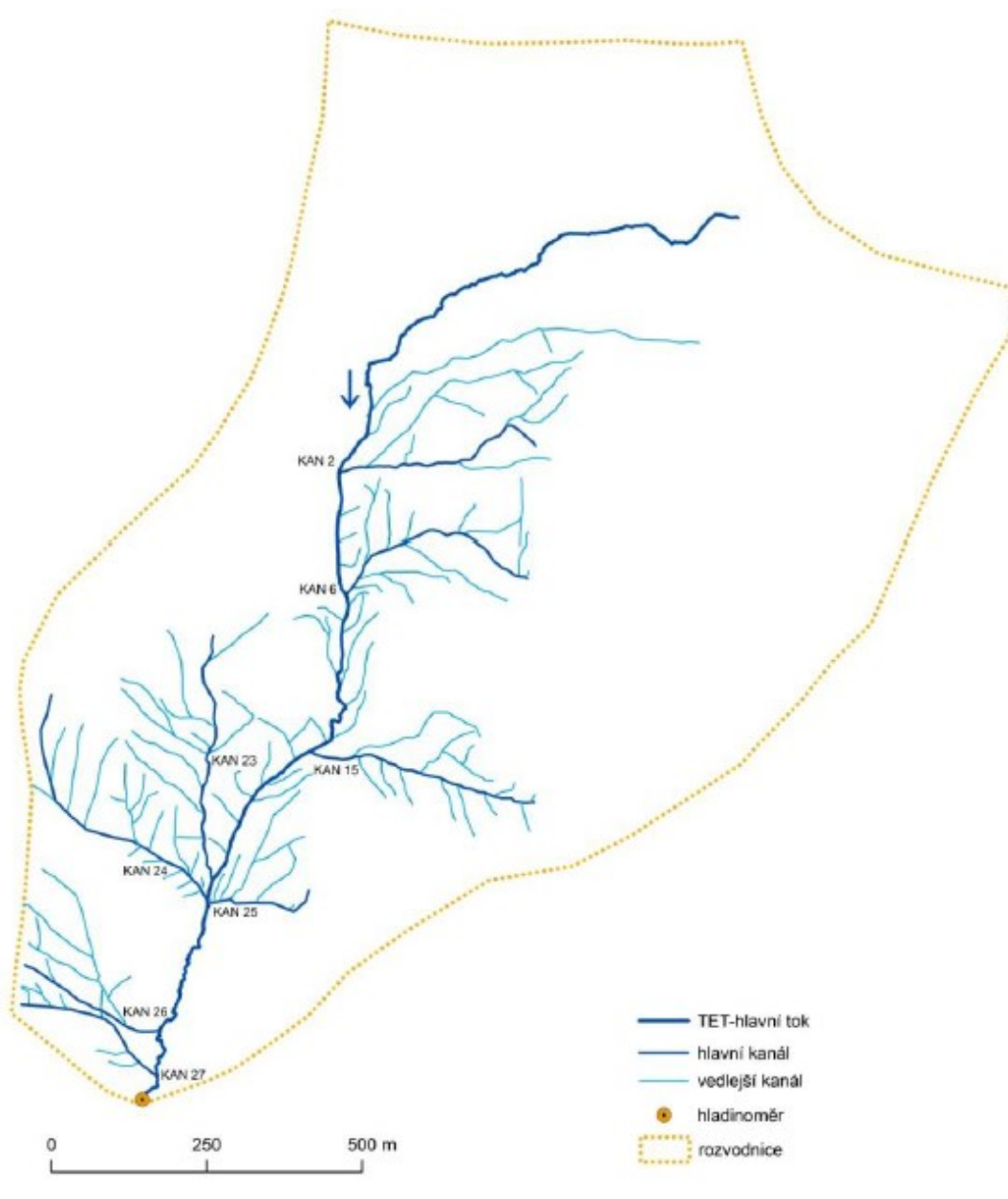
3.2. Klimatické poměry

Území je podle Quitta (1971) ovlivněno svou vyšší nadmořskou výškou a též svou polohou v podhůří Šumavy. Území náleží do chladné klimatické oblasti CH7, kde léto je krátké, chladné a vlhké a zima naproti tomu dlouhá, mírná a mírně vlhká. Sněhová pokrývka se v zimním období vyskytuje po delší časový úsek. Po zimě přichází chladné jaro a podzim je mírně chladný. Přechod mezi létem a zimou trvá delší časové období. Tolasz et al. (2007) uvádí, že podle Köppenovy klasifikace povodí spadá do klimatické oblasti Dfb. Tato klimatická kategorie má průměrnou teplotu nejteplejšího měsíce nad 10°C a teplotu nejchladnějšího měsíce pod -3°C .

V obci Zbytiny se nachází stanice Českého hydrometeorologického ústavu. Na této stanici je naměřen dlouhodobý průměrný roční srážkový úhrn 770 mm (1984 – 2012). Nejvyšší roční srážkový úhrn 1386 mm byl naměřen v roce 2002 a naopak nejnižší 573 mm v roce 1991. Období mezi lety 2007 – 2012 bylo srážkově nadprůměrné 751 - 974 mm (Královec et al., 2015). Mezi lety 1962-2010 bylo zjištěno, že nejdeštivějšími měsíci se stal červen a červenec (průměrný měsíční úhrn více než 90 mm) a nejsuššími leden a únor (41,8 mm, respektive 42,7 mm). Nejvyšší měsíční úhrn 452 mm nastal v srpnu roku 2002 (Hintnaus, 2011).

3.3. Hydrologické a odtokové poměry

Povodí odvodňuje hlavní tok, který je dlouhý 1,9 km (náleží do VI. řádu), spolu s uměle vytvořeným systémem odvodňovacích příkopů. Uměle vytvořené otevřené příkopy, které byly nejčastěji vybudovány za účelem odvodnění zamokřených luk, byly většinou vytvořeny v 80. letech 20. století (obrázek 4). Na odvodněném území byla provedena výsadba hospodářského lesa. Tyto příkopy byly nejspíše (nedochovalo se mnoho důkazů a informací) vytvořeny z již dosud existujících příkopů. První odvodnění proběhlo v dřívější minulosti, jednalo se pouze o mělké, ručně kopané



Obrázek 4: Mapa systému odvodňovacích příkopů v povodí Tetřívčího potoka, zdroj: (Kalkus, 2016)

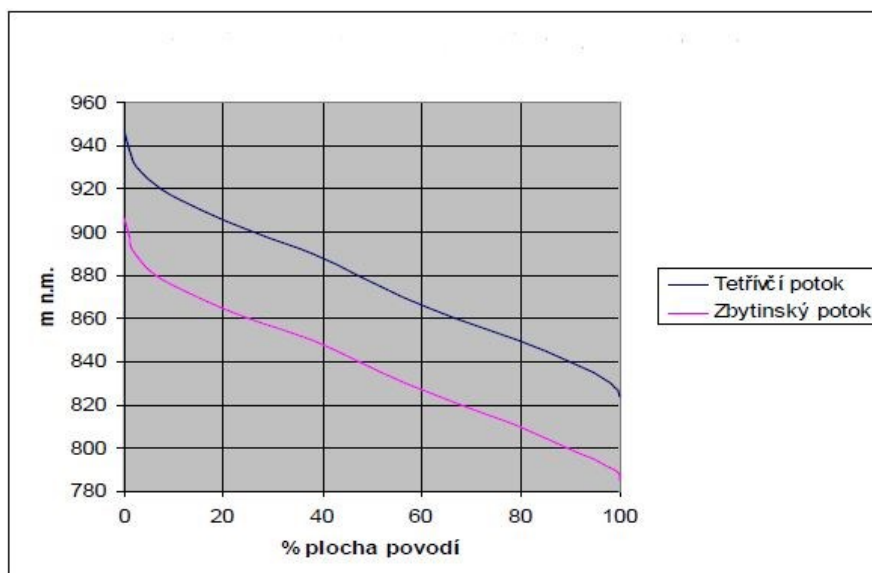
příkopy, kterým nebyla věnována patřičná údržba. V dnešní době se zde nachází 108 kanálů a většina z nich je součástí 8 oddělených systémů, kde se jednotlivé kanály napojují do sběrných drénů a pak se samostatně napojují přímo do hlavního bezejmenného toku. Průměrná délka kanálů je 108,8 m. V povodí se zamokřené plochy stále vyskytují (1,5 % rozlohy povodí). Přirozené vodní plochy se zde nenacházejí. (Kalkus, 2016).

Tabulka 2: Geometrické a hydrologické charakteristiky povodí Tetřívčího potoka, zdroj: Královec et al. (2015) a Malý (2009)

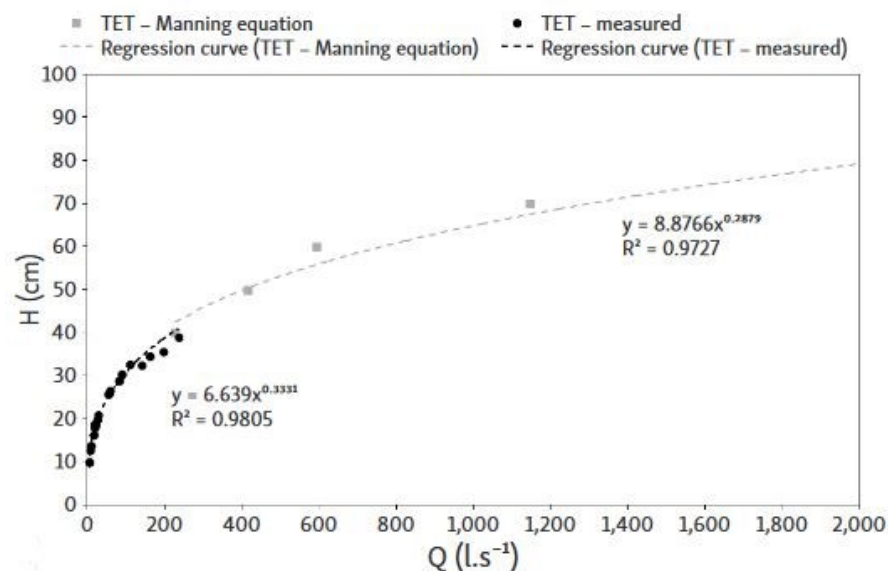
	Povodí Tetřívčího p.
Délka rozvodnice [m]	5 352
Koeficient protáhlosti povodí	0,731
Délka povodí [m]	1 962
Charakteristika povodí α	0,420
Tvar povodí	vějířovitý
Délka údolnice [m]	2 158
Převýšení toku [m]	78
Sklon povodí [%]	9,59
Hustota říční sítě [$\text{km} \cdot \text{km}^{-2}$]	1,33
Hustota celé říční sítě [$\text{km} \cdot \text{km}^{-2}$]	5,72
Gravelliův koeficient	1,18
Specifický odtok [$\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$] (Ø z let 2007 - 2012)	10,27
Odtokový koeficient (Ø z let 2007 – 2012)	0,38
Srážky [mm] (Ø z let 2007 - 2012)	844,92

Od dubna roku 2006 byla v závěrovém profilu Tetřívčího potoka umístěna ultrazvuková sonda a měrný přeliv typu Thompson-Poncelet, které poskytují údaje o výšce hladiny a průtoku v desetiminutových intervalech (Malý, 2009). V práci Královce et al., (2015) a Malého (2009) bylo uvedeno několik geometrických a hydrologických charakteristik pro povodí Tetřívčího potoka (tabulka 2). Dále jsou zde zobrazeny hypsografické poměry (obrázek 5) a konsumpční křivka povodí Tetřívčího potoka (Obrázek 6). Hodnota odtokového koeficientu povodí Tetřívčího potoka kolísá dle ročního období a vodnosti toků. Průměrná hodnota odtokové křivky CN je 61,9 (Malý, 2009). I přes to, že v povodí Tetřívčího potoka roste převážně lesní vegetace a dochází k vyšším ztrátám v důsledku výparu, je hodnota odtokového koeficientu vyšší (Kliment et al., 2011).

Pramenná oblast Blanice, byla jednou z hlavních zdrojových oblastí během povodní v roce 2002 (Kliment et al., 2009). Zásahy do zdejší krajiny v podobě odvodnění, zcelování pozemků nebo změn využití půdy ovlivňují extremitu odtoku nebo plošnou a říční erozi (Vlček, 2017).



Obrázek 5: Hypsografické poměry povodí Tetřivčího a Zbytinského potoka, zdroj: Malý (2009)



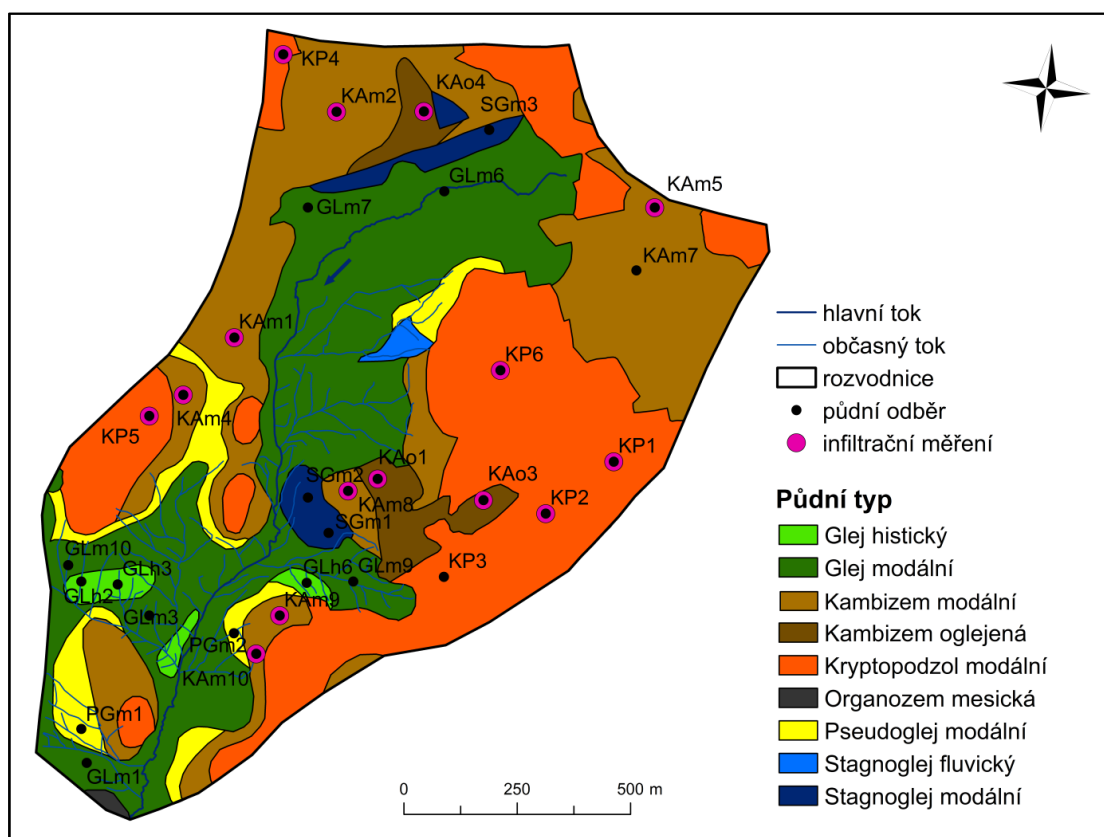
Obrázek 6: Konsumpční křivka povodí Tetřivčího potoka, zdroj: Královec (2015)

3.4 Pedologické poměry

Pro povodí Tetřívčího potoka byla zpracována velice detailní mapa půdních typů (obrázek 7), která byla vytvořena na základě pedologických podkladů (komplexní průzkum půd a lesnická typologická klasifikace) a dále ověřována a zpřesňována podrobným pedologickým průzkumem (Královec et al., 2016). Pedologický průzkum proběhl v několika fázích. Celkem bylo provedeno 36 půdních sond.

Tabulka 3: Rozloha půdních typů a subtypů v povodí Tetřívčího potoka

Půdní typ	Rozloha [km ²]	Rozloha [%]
Kambizem modální	0,438	27,1
Kambizem oglejená	0,058	3,6
Kryptopodzol modální	0,476	29,4
Glej modální	0,490	30,3
Glej histický	0,024	1,5
Pseudoglej modální	0,083	5,1
Stagnoglej fluvický	0,007	0,4
Stagnoglej modální	0,039	2,4



Obrázek 7: Mapa pedologických poměrů povodí Tetřívčího potoka, zdroj: DVEP Zbytiny (2018)

V povodí Tetřívčího potoka se vyskytuje šest půdních typů a devět půdních subtypů. Rozloha a procentuální zastoupení vybraných půdních subtypů je vypsána v tabulce 3. Největší rozlohu zaujímají glej modální, kryptopodzol modální a kambizem modální.

Glej modální a histický se nachází uprostřed povodí, konkrétně v prameništi a nivě hlavního i vedlejších toků a též podél nich. Glej přechází v jiné půdní typy jako kambizem modální a oglejenou, pseudoglej modální a stanoglej fluvický a modální. Pseudoglej modální se nachází na pěti malých podélných segmentech. Kryptopodzol modální se vyskytuje především ve východní části povodí, kde je nejvyšší vrchol a též i největší sklonitost povodí. Dále se kryptopodzol modální rozprostírá podél rozvodnice na S, SV a Z povodí, kromě tří malých segmentů blízko levého břehu hlavního toku. Posledním půdním typem je organozem mesická, která se nalézá na malém území při ústí hlavního toku. Údaje o mocnosti a hloubce horizontů použité níže byly naměřeny během terénních výzkumů v letech 2016 a 2017.

Kambizem je půda se stratigrafií: O - Ah nebo Ap – Bv – IIC, s kambickým hnědým (braunifikovaným) horizontem (Němeček, 2004), který může být i rezivohnědý (obrázek 8a-b). V povodí Tetřívčího potoka se kambizem modální vyskytuje v polohách s vyšší i nižší nadmořskou výškou především na °mírném sklonu 4 – 7°, ale též často i na rovině 0 – 3° - SV, Z a J (obrázek 10). V menší míře se též nachází na středním a výrazném sklonu nad 7° na S, J. V severní části povodí se kambizem modální vyskytuje především v lese a na jižní polovině na louce. Kambizem oglejená se nachází na středním sklonu 4 -7° a též na nižším sklonu 0 – 3° - S území (obrázek 9). Tento půdní subtyp je převážně na louce.

Horizont A kambizemě modální dosahuje vyšší průměrné mocnosti i hloubky (vždy je uveden spodní okraj horizontu) na louce než v lese (tabulka 4). Diagnostický horizont Bv je v lese i na louce podobně mocný a dosahuje vyšší hloubky na louce než v lese, stejně jako u horizontu A. Průměrná hloubka horizontu Ap u kambizemě oglejené je 22 cm. Horizont Bvg průměrně dosahuje do hloubky 58 cm a jeho průměrná mocnost je 27,5 cm.

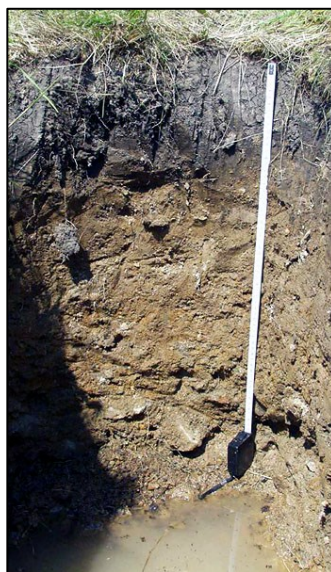
Tabulka 4: Průměrná hloubka a mocnost horizontů v kambizemi modální

Kambizem modální	Les		Louka	
	Hloubka – spodní okraj [cm]	Mocnost [cm]	Hloubka – spodní okraj [cm]	Mocnost [cm]
Horizont A	4	4	25,5	25
Horizont Bv	39,5	25	65,5	23,5

a)



b)



c)



Obrázek 8: Půdní profil kambizemě modální (a), kambizemě oglejené (b) a kryptopodzolu modálního (c), zdroj: Němeček (2004)



Obrázek 10: Odběr Kopeckého válečků na segmentu kambizem oglejená (KAo3) na louce sečené se sklonem 8° a více, zdroj: J. Kozáková



Obrázek 9: Segment kambizem modální (KAm2) na louce sečené se sklonem 4-7°, na snímku vzadu vlevo za silnicí je segment stagnogleje modálního (SGm3) na louce sečené při sklonu 4-7°, zdroj: J. Kozáková

Kryptopodzol je půda se stratografií: O – Ah nebo Ap – Bvs – C (Němeček, 2004). Diagnostickým horizontem je seskvioxidický spodický horizont Bvs, kde dochází k uvolňování seskvioxidů (oxidy železa), a tím vzniká rezivá až žlutorezivá barva (Vavříček et al., 2015). V povodí Tetřívčího potoka se kryptopodzol modální vyskytuje na nejvyšších částech povodí, expozice svahů je sz., z., j. a jv., a především na sklonu 4 – 7° na V, J, S, V a na střední části, na rovině 0 - 3° především na z. straně povodí (obrázek 8c, 11). Sклон 8° a více se nejčastěji nachází na kryptopodzolu modálním (v. a centrální část povodí). Tento půdní subtyp je téměř na celé ploše pokryt lesním vegetačním pokryvem.

Kryptopodzol modální je velice často hlinitopísčité, středně hluboký až hluboký. Půdní profil obsahuje velké množství skeletu (hlavně v oblasti okolo Skelného vrchu s vysokým sklonem). Horizont A/B průměrně sahá do hloubky 21,5 cm a průměrně dosahuje mocnosti 17,5 cm. (tabulka 5). Diagnostický horizont průměrně dosahuje do hloubky 50,5 cm a jeho mocnost průměrně činí 30,5 cm. Horizont A/B i Bvs mají hloubku i mocnost větší na louce než v lese.

Tabulka 5: Průměrná hloubka a mocnost horizontů v kryptopodzolu modálním v povodí Tetřívčího potoka

Kryptopodzol modální	Les		Louka	
	Hloubka – spodní okraj [cm]	Mocnost [cm]	Hloubka – spodní okraj [cm]	Mocnost [cm]
Horizont A/B	19,5	17	33	23
Horizont Bvs	48	30,5	65,5	32,5



Obrázek 11: Segment kryptopodzolu modálního (KPM1) ve smíšeném lese na sklonu 8° a více, zdroj: J. Kozáková

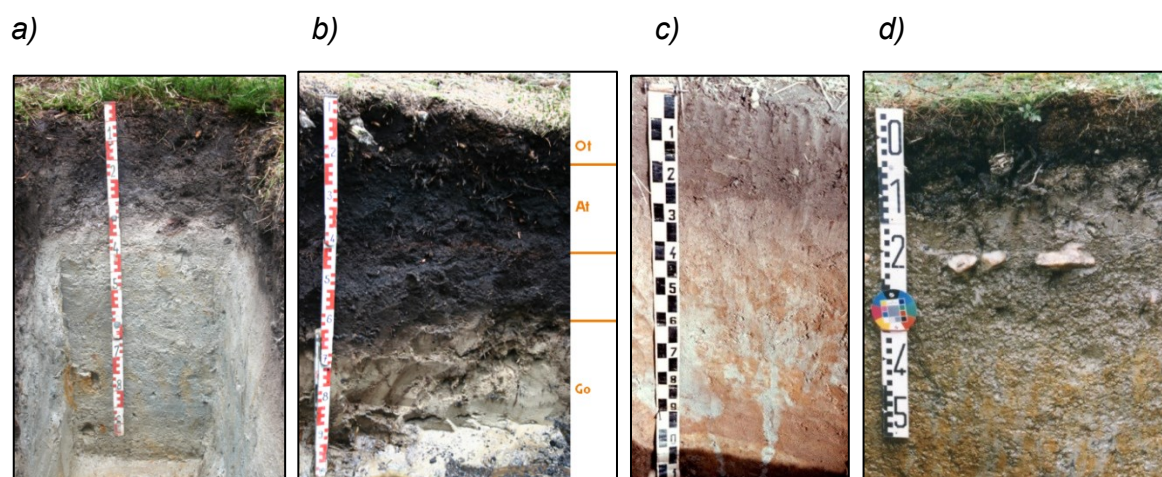


Obrázek 12: Segment gleje modálního (GLM6) na neudržované louce se sklonem 4-7°, zdroj: J. Kozáková

Glej se stratigrafií: Ot – At až T – Gro – Gr (Němeček, 2004) je charakterizován reduktomorfním glejovým diagnostickým horizontem v hloubce do 0,60 m a zrašeliněným horizontem akumulace organických látek (Němeček et al., 2011). Trvale vysoká hladina podzemní vody a přítomnost většího množství organických látek způsobuje proces oglejení (Nypl et al., 1992). V povodí Tetřívčího potoka se glej modální vyskytuje na rovinatém terénu podél hlavního toku a v dolní části povodí (obrázek 12, 13a). Naopak horní část se nachází na sklonu 4 – 7°. Lesní vegetační pokryv se převážně nalézá na S. Vegetačním pokryvem na J a ve střední části je louka. Glej histický se většinou vyskytuje na rovině 0 – 3° a nejvýhodnější oblast se nalézá na sklonu 4 – 7°. Vegetačním pokryvem je jak les, tak louka (obrázek 13b, 14).

Tabulka 6: Průměrná hloubka a mocnost horizontů v gleji modální

Glej modální	Les		Louka	
	Hloubka – spodní okraj [cm]	Mocnost [cm]	Hloubka – spodní okraj [cm]	Mocnost [cm]
Horizont A	20	20	19	19
Horizont A/G	19	9	42	24
Horizont Gr, Gro nebo Gor	80	40	74,5	31,5



Obrázek 13: Půdní profil gleje modálního (a), gleje histického (b), pseudogleje modálního (c) a stagnogleje modálního (d), zdroj: Němeček (2004) a Vavříček et al. (2018)

Horizonty A (At, Ag) i diagnostický horizont Gr, popřípadě Gro nebo Gor dosahují vyšší hloubky i mocností v lesním pokryvu než na lučním (tabulka 6). Opačně je tomu u přechodového horizontu A/G, který je hlubší i mocnější na louce. Glej vyskytující se v nivě potoka nebo v jeho blízkosti obsahuje velké množství jílu.

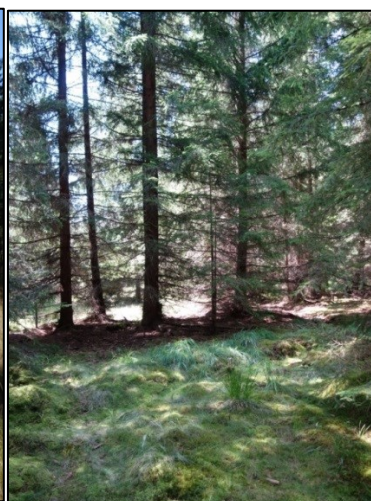
Horizont A u gleje histického dosahuje vyšší průměrné hloubky a mocnosti v lese - 28 cm, než na louce – 16 cm, (tabulka 7). Průměrná hloubka a mocnost horizontu At a T u gleje histického je 23 cm. Pokud se v půdním profilu vyskytuje přechodový horizont A/G jeho mocnost je průměrně vyšší na louce (18 cm) než v lese (5,5 cm). Diagnostický horizont Gro popřípadě Gr též dosahuje vyšších hloubek i mocností v lese než na louce. Na louce se nachází i horizont Bm.

Tabulka 7: Průměrná hloubka a mocnost horizontů v gleji histickém

Glej histický	Les		Louka	
	Hloubka – spodní okraj [cm]	Mocnost [cm]	Hloubka – spodní okraj [cm]	Mocnost [cm]
Horizont A nebo T	28	28	16	16
Horizont T/Gr	30,5	5,5	31,5	18
Horizont Gro (Gr)	74	40	58,5	30
Horizont Bm	x	x	70	27,5



Obrázek 15: Segment gleje histického (GLh3) na neudržované louce se sklonem 0-3°, zdroj: J. Kozáková



Obrázek 14: Segment pseudogleje modálního (PGm1) v jehličnatém lese na sklonu 0-3°, zdroj: J. Kozáková

Pseudoglej je půda se stratigrafií podle Němečka (2004):

O- Ahn nebo Ap - En - Bmt - BCg – C nebo,

O - Ahn nebo Ap - Bm - Bcg – C.

V celém půdním profilu se vyskytují morfologické znaky oglejení – skvrnitě červenohnědé až rezivohnědé barvy, s častým výskytem rezivých konkréci (Kutílek et al., 1993). V povodí Tetřívčího potoka je variabilita sklonu na pseudogleji vysoká. Pravá strana hlavního toku se nachází na rovině 0 – 3° (obrázek 13c, 15) a levá strana na mírném až výrazném sklonu. Luční vegetace se nachází pouze na nejsevernějším území výskytu pseudogleje, zbylé segmenty jsou pokryty lesem.

Průměrná hloubka a mocnost horizontu A dosahuje 10-13 cm. Horizont Bm dosahuje do průměrné hloubky 59,5 cm a průměrná mocnost je 23,5 cm.

Stagnoglej je půda se stratigrafií: Ot - Ahg nebo At- Gro – Bm – Cg (Němeček, 2004). Nachází se v bezodtokých sníženinách, kde převládání povrchovou vodou má trvalejší charakter (Klimo, 1996). Pod hydrogenním nadložním humusovým horizontem se vytváří šedý glejový horizont, který přechází do mramorovaného redoximorfního horizontu. V povodí Tetřívčího potoka se stagnoglej modální vyskytuje na rovině i mírném svahu (obrázek 9, 13d). Na s. segmentu se nachází jak lesní, tak luční vegetace, ale na j. segmentu již pouze lesní pokryv. Průměrná mocnost a hloubka horizontu A u stagnogleje modálního je 15,5 cm. Průměrná hloubka horizontu Gr dosahuje 57,5 cm a průměrná mocnost 30 cm. Hloubka a mocnost obou horizontů dosahuje vyšších hodnot v lese než na louce, kromě mocnosti v horizontu Gr, která je v lese i na louce stejná (tabulka 8).

Tabulka 8: Průměrná hloubka a mocnost horizontů ve stagnogleji modálním

Stagnoglej modální	Les		Louka	
	Hloubka – spodní okraj [cm]	Mocnost [cm]	Hloubka – spodní okraj [cm]	Mocnost [cm]
Horizont A	17	17	12,5	12,5
Horizont Gr	58	30	56,5	30

3.5. Vegetační poměry

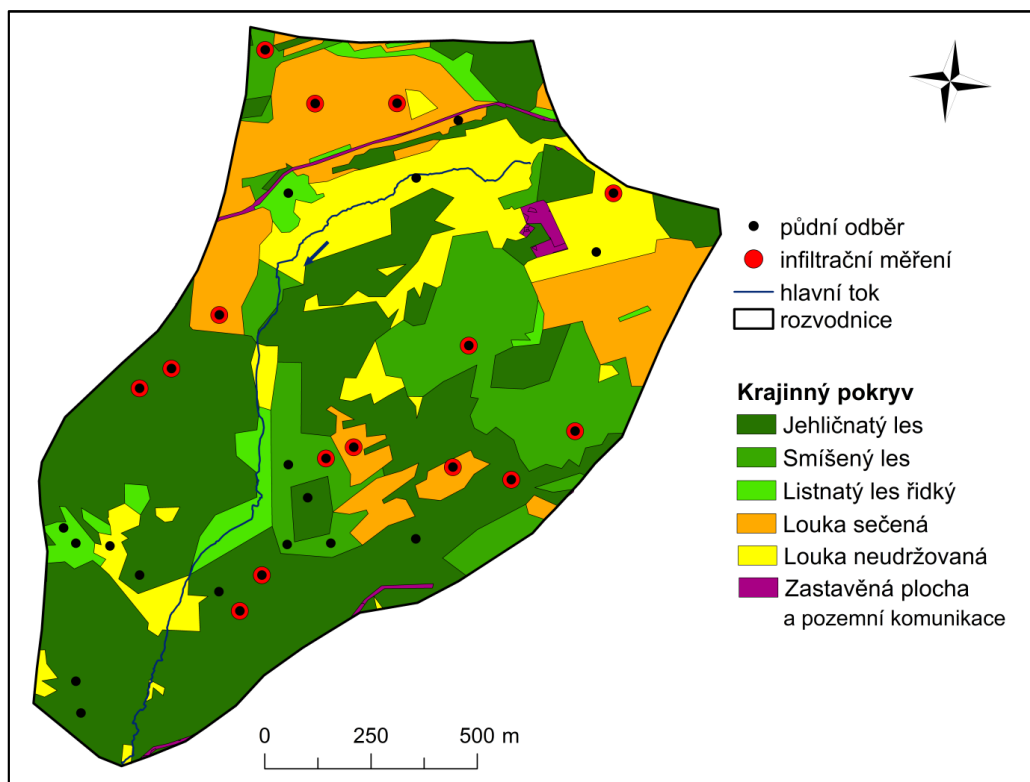
Podle map potenciální přirozené vegetace náleží povodí Tetřívčího potoka do území bučiny s kyčelnicí devítilistou (Moravec et al., 1998). Toto společenství je ohroženo lidskou činností, která je nahrazuje jehličnatými dřevinami. Travní porosty nejsou původní, začaly vznikat společně s intenzivnějším příchodem člověka do hor (Hintnaus, 2008).

Povodí Tetřívčího potoka je na ploše dvou třetin pokryto hospodářským lesem. Téměř jednu třetinu pokrývají louky sečené a neudržované a na zbylé ploše se vyskytuje zastavěná plocha a pozemní komunikace (1,2 %). Nejčastěji zde roste les jehličnatý, který se nachází téměř na polovině povodí. Jedná se převážně o smrkové lesy, méně často o borovicové. Nalezneme zde jak les smíšený, tak i listnatý. Použitá mapa vegetačního krytu je převzata z terénního výzkumu, který provedl A. Malý (2009). Na obrázku 16 jsou znázorněny vegetační poměry pouze v šesti kategoriích (vzhledem k charakteru výzkumu) spolu se zastavěnou plochou a pozemními komunikacemi. Jejich výpis s rozlohou je uveden v tabulce 9.

Tabulka 9: Rozloha kategorií vegetačního krytu v povodí Tetřívčího potoka

Vegetační kryt	Rozloha [km ²]	Rozloha [%]	Rozloha [km ²]	Rozloha [%]
Jehličnatý les	0,77	48,1	1,11	68,1
Listnatý les	0,07	4,5		
Smíšený les	0,25	15,6		
Sečená louka	0,27	16,9	0,49	30,6
Neudržovaná louka	0,22	13,7		
Zastavěná plocha a pozemní komunikace	0,02	1,2	0,02	1,2

Využití půdy a vegetační pokryv se v průběhu 2. poloviny 20. století měnily. Na obrázku 17 je vidět změna vegetačního pokryvu. Na území povodí Tetřívčího potoka se v minulosti plocha lesního pokryvu zvýšila na úkor zatravněných ploch. Jednalo se o antropogenní, ale i přirozené zalesnění (vznik lesa sukcesí).



Obrázek 16: Mapa vegetačních poměrů povodí Tetřívčího potoka zdroj: DVEP Zbytiny (2018)



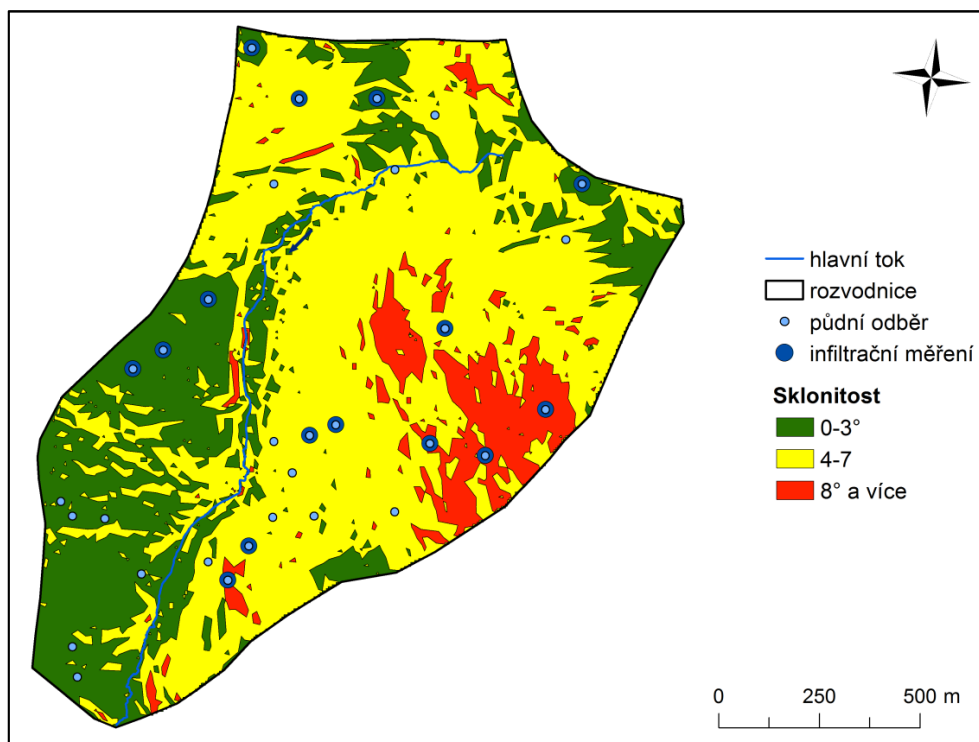
Obrázek 17: Ortofoto snímek povodí Tetřívčího potoka z 50. let 20. století (vlevo) a z roku 2016 (vpravo), zdroj: CENIA; ČÚZK, Kalkus (2016)

4. Metodická část

Metodika této práce je rozčleněna do několika částí. K výzkumu variability hydropedologických charakteristik byla použita vlastní data naměřená v rámci terénních výzkumů (devět terénních kampaní), ale i další datové zdroje (viz kapitola 4.1.). Terénnímu výzkumu spojenému s měřením a odběrem vzorků předcházela výběr vhodných území - segmentů. Ten byl proveden v softwaru ArcGIS pomocí fyzicko-geografických analýz. Vyhovující segmenty byly hledány na základě tří charakteristik – půdní poměry, vegetační poměry a sklon svahu zkoumaného povodí. Mapové výstupy byly též vytvořeny v programu ArcGIS. Celkem bylo odebráno přes 200 půdních vzorků na více než 30 segmentech a naměřeno přes 30 infiltračních testů na 15 segmentech. Zpracování půdních vzorků probíhalo v pedologické laboratoři Geografické sekce Přírodovědecké fakulty Karlovy Univerzity v Praze na Albertově. Poslední část metodického postupu zahrnuje zpracování výsledků a jejich statistické vyhodnocení, které bylo provedeno v programu MS Excel.

4.1. Datové zdroje

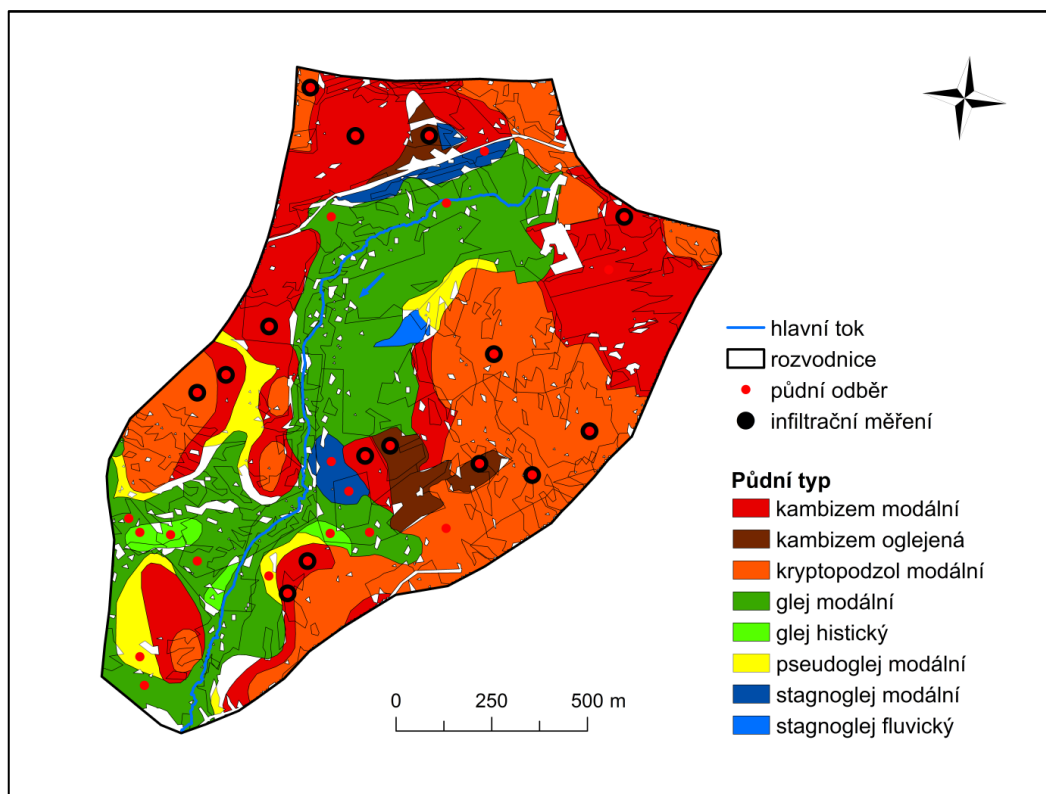
Při výběru vhodných segmentů pro odběr vzorků a terénní měření jsem využila software ArcGIS. K analýze jsem použila následující data: Digitální model reliéfu 4. Generace (DMR-4) od ČUZK (2016), pedologická mapa a pedologické a hydrologické vrstvy vytvořené během předešlých výzkumů (DVEP Zbytiny, 2018) a mapa vegetačního krytu (Malý, 2009). Pomocí DMR-4 byla zjištěna expozice a sklon terénu v povodí. Pedologická mapa byla vytvořena na základě půdních mapových zdrojů (komplexní průzkum půd, mapa lesních porostů atd.) a dále ověřována a zpřesňována podle podrobného pedologického průzkumu, který proběhl v červnu 2011. Dále jsem použila data (půdní vzorky, infiltrační testy) získaná vlastním terénním měřením v období jaro 2016 až podzim 2017



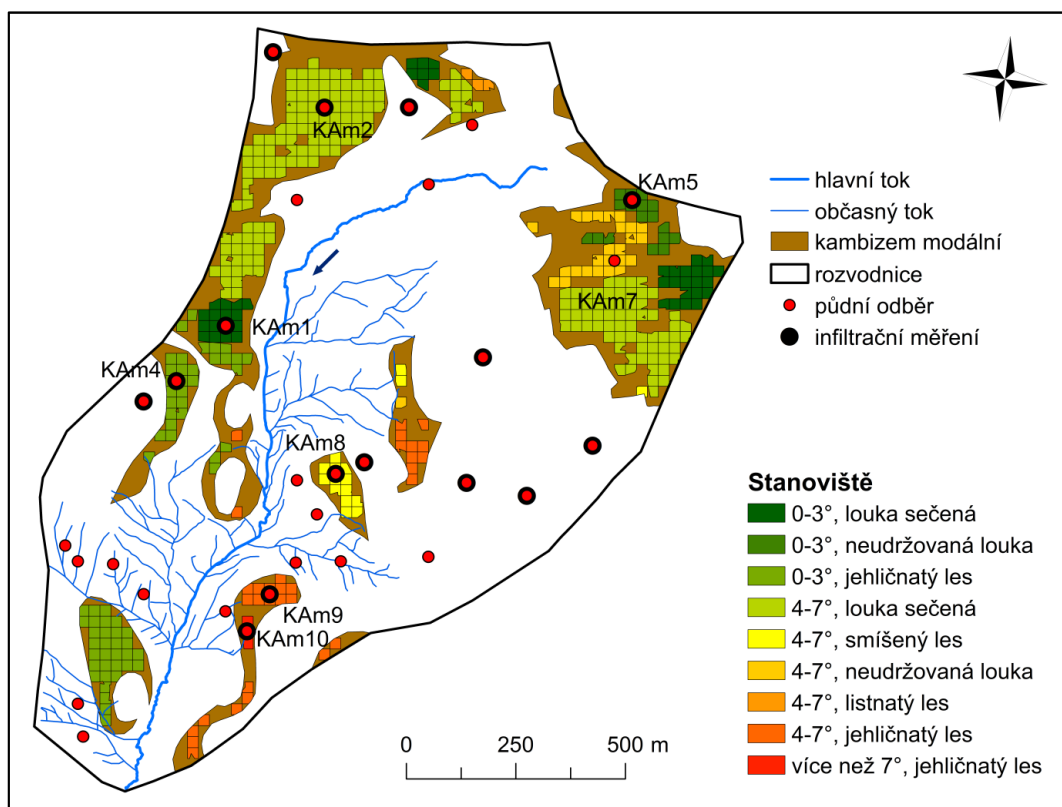
Obrázek 18: Mapa sklonitosti povodí Tetřívčského potoka ve třech kategoriích, zdroj: DVEP Zbytiny (2018), ZABAGED (2018)

4.2. Výběr segmentů

Ke zjištění variability hydroopedologických charakteristik v povodí Tetřívčského potoka byly vybrány tři atributy – pedologické poměry, vegetační poměry a sklon reliéfu. Tyto charakteristiky byly vybrány jako nejvhodnější ukazatele pro hydroopedologický výzkum. Svoji roli hrála i dobrá dostupnost dat. Do analýzy zprvu byly použity i další atributy - nadmořská výška a expozice. Ale při protnutí všech pěti vrstev vzniklo mnoho segmentů s různými kombinacemi. Vzniklo by tak mnoho možných odběrných území a terénní práce by byly časově velmi náročné. Variabilita nadmořské výšky nebyla velmi vysoká a v povodí se nenacházeli rozsáhlé exponované svahy, kde by se vyskytovaly lokální fyzicko-geografické podmínky, a proto byly tyto dva atributy odebrány. Dále bylo zvažováno, zda nepřidat do analýzy informaci o křivosti svahu (konvexní a konkávní svahy). Na základě nalezené literatury jsem rozhodla, že pro hydroopedologické téma této práce je vhodnější charakteristikou reliéfu sklon, než křivost svahu.



Obrázek 19: Výběr vhodných segmentů v půdních typech a subtypech povodí tetřívčského potoka



Obrázek 20: Výběr vhodných segmentů půdního subtypu kambizem modální

Mapa pedologických poměrů povodí se skládá z devíti kategorií, ve práci použito pouze sedm půdních subtypů a mapa vegetačních poměrů byla upravena na šest kategorií. Mapa sklonitosti byla vytvořena z DMR-4. Vzniklá vrstva byla zgeneralizována (funkce simplify polygon) a následně rozdělena pouze do tří kategorií (obrázek 18), při větším počtu kategorií vzniklo velké množství vhodných segmentů. Seznam všech kategorií tří atributů se nachází v tabulce 10.

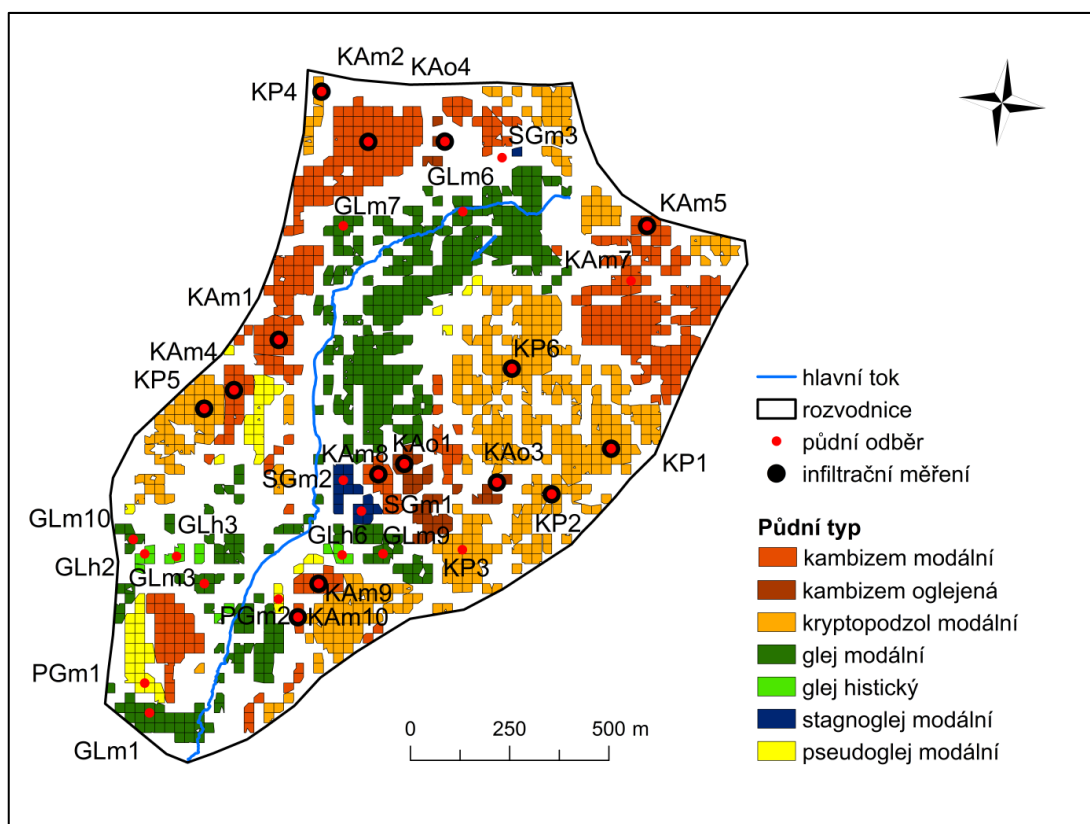
Při protnutí (funkce Union) všech tří vrstev (atributů) vznikl příliš vysoký počet polygonů (možných segmentů), (obrázek 19). Každý polygon nese informaci o kategoriích všech tří charakteristik a o plošném rozsahu. Aby se docílilo snížení množství polygonů a zpřesnění analýzy, byla do ní přidána poslední podmínka - hodnota minimální rozlohy polygonu, která se stanovila na 2 500 m² (např. plocha o rozměru 50x50 m). Tento rozměr byl vyhovující, protože území o rozloze 50x50 m je vypovídající z hlediska fyzickogeografických podmínek a počet vzniklých segmentů byl vhodný. Když se minimální rozloha polygonu nastavila na nižší hodnotu, vzniklo nadměrné množství segmentů. Vzhledem k omezeným časovým možnostem byla vybrána minimální rozloha 2 500 m². Použití funkce fishnet, rozdělení plochy povodí do pravidelné čtvercové sítě (v tomto případě 25x25 m), usnadnilo hledání konečného počtu vhodných segmentů (obrázek 20, 21).

Tabulka 10: Seznam kategorií půdních typů a subtypů, vegetace a sklonitosti

Půdní typ a subtyp	Kambizem modální
	Kambizem oglejená
	Kryptopodzol modální
	Glej modální
	Glej histický
	Pseudoglej modální
	Stagnoglej modální
Vegetační pokryv	Jehličnatý les
	Listnatý les
	Smíšený les
	Sečená louka
	Neudržovaná louka
Sklonitost	0-3°
	4-7°
	8° a více

Vzniklo přes 30 polygonů, ale ne všechny byly využity. Polygony nebyly použity například vzhledem k duplicitě stejných kategorií nebo analýza dat v ArcGISu neodpovídala skutečnosti (zjištěno při samotném terénním měření). V tabulce 11 je

uveden konečný počet polygonů (31) a jejich popis. Každý polygon má jiné kombinace kategorií použitých charakteristik. Půdní subtypy organozem mesická a stagnoglej fluvický nejsou do výzkumu zahrnuty vzhledem k malé rozloze.



Obrázek 21: Mapa analýzy hledání stanovišť všech půdních typů a subtypů v povodí Tetřívčího potoka

4.3. Terénní průzkum spojený s odběrem vzorků a měřením

Terénní výzkum byl rozdělen do dvou částí – odebírání půdních vzorků do Kopeckého válečku a infiltrační měření pomocí jednoválcového infiltrometru. Půdní vzorky byly odebrány na všech 31 polygonech neboli segmentech ve dvou horizontech. Aby výzkum měl vyšší statistickou vypovídající hodnotu, byla na každém segmentu vybrána tři stanoviště. To znamená tři půdní vzorky pro dva horizonty, dohromady šest půdních vzorků pro jeden segment (ve většině případů). Infiltrační testy se prováděly pouze na 15 segmentech, konkrétně na kambizemi modální a oglejené a na kryptopodzolu modálním. Infiltrační měření probíhalo jenom na těchto vybraných segmentech vzhledem k časové náročnosti infiltračního měření. Neměřilo se u hydromorfních a semihydromorfních půd. Tyto půdy se vyskytují na území

s trvalým zamokřením nebo je zde vysoká hladina podzemní vody a v půdním profilu jsou jílové horizonty. Použití této metody v půdách s vysokým obsahem jílu nebo dlouhodobým zamokřením není s ohledem na čas měření vhodné. Navíc hydromorfní půdy mají velmi podobné hodnoty hydraulické vodivosti a lze je po pečlivém zvážení převzít z jiných měření na stejném půdním typu. K dispozici byly dvě sady infiltrometrů, a proto jsou pro každý segment dva záznamy infiltračních testů.

Postup při odběru půdních vzorků - v terénu byly jednotlivé segmenty nalezeny pomocí GPS navigace. Pak byla provedena hodnocení správnosti kategorií tří atributů – pedologické a vegetační poměry a sklonitost, a zdali analýza v ArcGISu odpovídá skutečnosti. Pro zjištění pedologických poměrů byla pomocí sondýrky, vratidla a palice provedena půdní sonda. Půdní sonda byla náležitě popsána (obrázek 22) a všechny popisy profilů jsou v práci uvedeny (příloha 14). Určena byla hloubka, názvy horizontů, barva (pomocí Munsellovy tabulky), zrnitost, skeletovitost atd. Pokud byly kategorie tří charakteristik stejné jako v ArcGIS analýze, následoval odběr půdních vzorků. Vzorky se odebíraly pomocí Kopeckých válečků (obrázek 23, 24). Odběr probíhal ve svrchním horizontu A, A/B popřípadě T a v diagnostickém horizontu, Bv, Bvs, Gr nebo Bm. Půdní vzorek musí být reprezentativní a odebírá se opatrně, aby nedošlo k porušení půdní struktury. Kopeckého váleček musí obsahovat 100 cm³ zeminy, aby následné vyhodnocování vzorků v laboratoři bylo správné. Každý váleček s odebraným vzorkem byl po odebrání zabalen do neprodyšné folie z důvodu udržení stavu vlhkosti při odběru.



Obrázek 22: Popis půdní sondy, zdroj: J. Kozáková

Obrázek 23: Po odběru Kopeckého válečku v horizontu B, zdroj: J. Kozáková

Tabulka 11: Seznam segmentů a jejich popis

Půdní typ	Segment	Vegetační kryt	Sklon [°]	Nadmoř. výška [m n.m.]	Expozice	Skelet. [%]	Infiltr. test
Kambizem m.	KAm1	sečená louka	0 - 3	863	J	15	Ano
Kambizem m.	KAm2	sečená louka	4 - 7	897	J	25	Ano
Kambizem m.	KAm4	jehličnatý les	0 - 3	858	J	10	Ano
Kambizem m.	KAm5	neudržovaná louka	0 - 3	915	Z	10	Ano
Kambizem m.	KAm7	neudržovaná louka	4 - 7	916	SZ	10	Ne
Kambizem m.	KAm8	smíšený les	4 - 7	858	Z	20	Ano
Kambizem m.	KAm9	jehličnatý les	4 - 7	847	Z	25	Ano
Kambizem m.	KAm10	jehličnatý les	8° a více	844	Z	15	Ano
Kambizem o.	KAo1	sečená louka	4 - 7	864	Z	20	Ano
Kambizem o.	KAo3	sečená louka	8° a více	888	Z	15	Ano
Kambizem o.	KAo4	sečená louka	0 - 3	892	J	10	Ano
Kryptopodzol modální	KPm1	smíšený les	8° a více	931	Z	25	Ano
Kryptopodzol modální	KPm2	jehličnatý les	8° a více	904	Z	20	Ano
Kryptopodzol modální	KPm3	jehličnatý les	4 - 7	874	Z	15	Ne
Kryptopodzol modální	KPm4	smíšený les	0 - 3	907	J	20	Ano
Kryptopodzol modální	KPm5	jehličnatý les	0 - 3	857	J	15	Ano
Kryptopodzol modální	KPm6	jehličnatý les	4 - 7	903	Z	20	Ano
Glej modální	GLm1	jehličnatý les	0 - 3	830	J (JV)	5	Ne
Glej modální	GLm3	neudržovaná louka	0 - 3	838	J	5	Ne
Glej modální	GLm6	neudržovaná louka	4 - 7	886	Z	5	Ne
Glej modální	GLm7	listnatý les	4 - 7	878	J	5	Ne
Glej modální	GLm9	smíšený les	4 - 7	855	Z	10	Ne
Glej modální	GLm10	listnatý les	0 - 3	845	J a JV	10	Ne
Glej histický	GLh2	Smíšený les	0 - 3	844	JV (J)	5	Ne
Glej histický	GLh3	neudržovaná louka	0 - 3	842	JV a J	5	Ne
Glej histický	GLh6	smíšený les	4 - 7	849	Z	5	Ne
Pseudoglej m.	PGm1	jehličnatý les	0 - 3	832	J	5	Ne
Pseudoglej m.	PGm2	jehličnatý les	4 - 7	841	Z	5	Ne
Stagnoglej m.	SGm1	jehličnatý les	4 - 7	853	Z	5	Ne
Stagnoglej m	SGm2	smíšený les	4 - 7	852	Z	10	Ne
Stagnoglej m	SGm3	sečená louka	4 - 7	894	Z	5	Ne

Infiltrační měření bylo prováděno pomocí jednoválcového infiltrometru od společnosti Flow Group s.r.o. (obrázek 25). Tento kompaktní infiltrometr pro měření rychlosti infiltrace vody do půdy pracuje na principu Mariottovy láhve. Zarážecí válce s břitem jsou výměnné a uvnitř válce se nalézá čidlo pro měření výšky hladiny (Flow Group, 2018).



Obrázek 24: Kopeckého váleček, zdroj: Šimečková (2018)



Obrázek 25: Infiltrometr, zdroj: J. Kozáková

Průběh měření infiltrace – odstraněním listí, jehličí nebo travních drnů se upravil povrch země pro infiltrační měření (nesmělo dojít k porušení půdní struktury, a tím i vlastností půdy). Měření bylo zaznamenáváno na datalogger s časovým intervalem měření nastaveným na 20 s. Měření probíhalo až do ustálení infiltrační rychlosti. Některé infiltrace neprobíhaly správně – voda odtékala moc rychle (těsnění bylo špatně upevněno), nebo se naopak voda do půdy vůbec neinfiltrovala (např. výskyt velkého kamene), a proto měření musela být prováděna opakovaně.

Data průběhu infiltrace zaznamenaná na dataloggeru lze jednoduše pomocí programu OM-PL stáhnout do počítače. Data byla dále zpracovávána v počítači pomocí programu Microsoft Excel (podrobnější popis viz níže).

4.4. Laboratorní zpracování půdních vzorků

Laboratorním zpracováním půdních vzorků odebraných pomocí Kopeckého válečků se zajistí hodnoty potřebné k výpočtu vybraných hydropedologických charakteristik.

V laboratoři byly vzorky nejprve vybaleny z folie. Následovalo měření na laboratorní váze (měřeno v gramech s přesností na jedno desetinné místo) neporušených půdních vzorků, a to i s válečky a víčky. Naměřená hodnota odpovídá **aktuálnímu stavu půdy při jejím odebrání v terénu [a]**, který závisí na aktuálním počasí, a je to jedna z hodnot, která slouží k výpočtu okamžité hmotnostní a objemové vlhkosti. Poté byly všechny vzorky (již bez víček) dány na obrácené Petriho misky pokryté filtračním papírem. Vše bylo umístěno ve vaně naplněné vodou do výšky Petriho misek. Půdní vzorky tak přes filtrační papír natáhnou vodu a dochází k zaplnění negravitačních a z části i gravitačních pórů. Spodní a svrchní část půdního vzorku musí být vždy u všech měření ve shodné poloze, jako tomu bylo při jejich odběru v terénu. Takto byly vzorky ponechány 24 hodin. Pokud je vrchní část půdního vzorku lesklá (vlhká), proběhlo měření správně – **voda se kapilárním zdvihem dostala až k povrchu [b]**. Následuje měření hmotnosti. Ve všech měřeních se dohromady s válečky a zeminou měří i hmotnost víček. Válečky se po druhém měření hmotnosti postaví na suchý filtrační papír a nechají se dvě hodiny odstát. Po těchto dvou hodinách voda zůstává pouze v kapilárních pórech. Poté následuje třetí **měření hmotnosti, které je potřeba k výpočtu maximální kapilární vodní kapacity [c]**. Nyní se půdní vzorky opět vloží do hluboké nádoby, zalijí se vodou až po okraj válečků a nechají se v této poloze po dva dny. Pak se znovu **měří hmotnost, která se použije při výpočtu plné vodní kapacity [d]**. Následně se vloží půdní vzorky do pece s teplotou 60°C. Při vyšší teplotě by nedošlo pouze k vysušení vzorku, ale i k jeho úbytku z důvodu shoření organické části půdy. Úplné sušení vzorků trvá cca 24 hodin. **Po vyjmutí z pece se hmotnost vzorků měří již jen dvakrát. Do první hodnoty měření hmotnosti [e]** jsou zahrnuty válečky,

víčka a zemina. Tato hodnota se použije do výpočtu maximální kapilární vodní kapacity, plné vodní kapacity a obou okamžitých hmotností. **Do druhé hodnoty měření hmotnosti [f]** jsou zahrnuty pouze válečky a víčka a je potřeba pouze pro výpočet okamžité hmotnostní vlhkosti. Rozdílem těchto dvou posledních hodnot je hmotnost sušiny vzorku. Pro každý horizont proto vyjde šest hodnot, z kterých se zjistí vybrané hydropedologické charakteristiky (viz níže).

4.5. Vybrané hydropedologické charakteristiky

MKVK popisuje Suchara (2007): „Objemová vlhkost půdy podle Nováka je smluvně přesně definována jako množství vody, které nasaje neporušený půdní vzorek z vodou syceného filtračního papíru a zadržuje po následném dvouhodinovém odsávání vody na suchém filtračním papíru.“ MKVK se vztahuje na objem kapilárních pórů.

$$MKVK = \frac{[(c) - (e)]}{100}$$

Písmena (c) a (e) odkazují na text v kapitole 4.4.

PVK je definována jako obsah vody, kterou pojme odebraný půdní vzorek (např. pomocí Kopeckého válečku - 100 cm³) v kapilárních a nekapilárních pórech po té, co se vzorek nechá dva dny zcela ponořený ve vodě (Suchara, 2007).

$$PVK = \frac{[(d) - (e)]}{100}$$

Písmena (d) a (e) odkazují na text v kapitole 4.4.

Nekapilární póry, též póry gravitační, byl vypočítán, respektive jejich objem rozdílem hodnot PVK a MVKK, které náleží do stejného půdního subtypu, segmentu a horizontu.

Hmotnostní půdní vlhkost je definována poměrem hmotnosti vody k hmotnosti tuhé fáze (Kutílek et al., 1993). **Okamžitá hmotnostní vlhkost** (dále již OHV) se měří gravimetrickou metodou - rozdíl hmotnosti aktuálně odebraného vzorku a vysušeného vzorku (Vlček, 2008). Vzorec OHV podle Suchara (2007) zní:

$$OHV = \frac{(G_m - G_s)}{(G_s - G_t)}$$

G_m – hmotnost čerstvého vzorku zeminy s válečkem [g]; G_s – hmotnost sušiny vzorku s válečkem [g]; G_t – hmotnost prázdného válečku [g]

$$OHV = \frac{((a) - (e))}{((e) - (f))}$$

Písmena (a), (e) a (f) odkazují na text v kapitole 4.4.

Okamžitá objemová vlhkost OOV se vyjadřuje jako rozdíl objemu aktuálně odebraného vzorku půdy a objemu suchého vzorku. Vzorec OOV podle Suchara (2007) zní:

$$OOV = \frac{(G_m - G_s)}{100}$$

Význam členů je stejný jako pro výpočet OHV.

$$OOV = \frac{((a) - (e))}{100}$$

Písmena (a) a (e) odkazují na text v kapitole 4.4.

Infiltrace byly zjišťovány výtopovou jednoválcovou metodou, měření probíhalo až do ustálení infiltrační rychlosti. Naměřená data byla vyhodnocena aproximací dle Philipa (Kutílek et al., 1993). Data získaná během dané doby měření byla touto aproximací přepočtena na 24 hodin. Z této analýzy se vytvořily dvě řady hodnot – infiltrační rychlost [cm/hod] zaznamenává množství vody, která se za určitý čas vsákne do půdy a kumulativní infiltrace [cm], která zobrazuje infiltraci kumulativně.

Retenční potenciál půd se vypočítal pomocí hloubky půdního profilu, hodnoty PVK a odhadem skeletovitosti (Vlček et al., 2012):

$$RP = H * PVK * (1 - S)$$

RP – retenční potenciál [mm], H – hloubka půdního profilu / mocnost půdního horizontu [mm], PVK – plná vodní kapacita [-], S – odhad skeletovitosti [-]

4.6. Zpracování výsledků a jejich vyhodnocení

Analýza všech hodnot MKVK a PVK probíhala v programu Microsoft Excel. MKVK a PVK hodnoty půdních vzorků získané laboratorním zpracováním a následným výpočtem jsem utřídila podle jednotlivých půdních subtypů do dvou horizontů. Hodnoty jsem pro lepší pochopení souvislostí vložila do grafů a tabulek. V grafech jsem využila průměrné, maximální a minimální hodnoty, variabilitu a rozsah hodnot a další charakteristiky (viz kapitola 5.). Mezi daty se vyskytly i chybné vzorky nebo špatně naměřené hodnoty. Stalo se to např. v terénu při odběru vzorku, který obsahoval nadměrný kámen či kořen nebo část vzorku náležela do nesprávného horizontu atd.; v laboratoři při nesprávném průběhu zpracování vzorku; při analýze hodnot v programu Microsoft Excel jsem zjistila nesrovnalosti při kontrole hodnot sušiny (každý horizont má charakteristickou jinou hmotnost), hydopedologických charakteristik (kdy hodnoty z jednoho horizontu v daném segmentu by měly mít podobnou hodnotu), anebo podle jejich vzájemných vztahů (např. vztah mezi hodnotami PVK a MKVK).

Infiltrační měření byla z dataloggeru do počítače stažena pomocí programu OM-PL (viz výše) a dále zpracovávána v programu Microsoft Excel - infiltrační charakteristiky byly vypočteny z naměřených hodnot aproximací dle Philipa (Kutílek et al., 1993). Data byla kontrolována a hodnoty před a po spuštění testu byly smazány. Data jsou prezentována pomocí grafů a tabulek s vybranými hodnotami – infiltrační rychlost, kumulativní infiltrace. V grafech jsou zobrazeny infiltrační rychlosti, kumulativní infiltrace a jejich průměrné, maximální a minimální hodnoty, též jejich rozsah a variabilita (viz kapitola 5.).

Retenční schopnosti byly vyjádřeny průměrnými hodnotami na úrovni půdních typů a subtypů. Retenční potenciál byl pro lepší znázornění uveden v tabulce, grafu a mapě.

5. Výsledky

Ve výsledcích jsou prezentovány naměřené a zanalyzované hodnoty. Všechna data jsou zpracována do tabulek a grafů. První podkapitola je věnována vybraným hydropedologickým charakteristikám PVK a MKVK. V druhé části jsou představeny hodnoty naměřených infiltrací. Infiltrační schopnost je prezentována ve dvou veličinách – infiltrační rychlost a kumulativní infiltrace. V poslední části jsou uvedeny hodnoty potenciální retence.

5.1. Maximální kapilární vodní kapacita a plná vodní kapacita

Měření probíhala na všech kategoriích sklonu a vegetace. Protože cílem této práce je zhodnotit vybrané hydropedologické charakteristiky na určených segmentech, jsou zde především prezentována průměrná data, dále maximální a minimální naměřené hodnoty daných segmentů (pro dva horizonty v jednom segmentu bylo k dispozici 12 hodnot PVK a MKVK). Vlastnosti půd jsou velmi variabilní, a proto je zde uvedena vždy jedna průměrná hodnota dané hydropedologické charakteristiky, která je typická pro jeden půdní segment. Hodnoty MKVK a PVK jsou v grafech a tabulkách zobrazeny v objemových procentech. Jsou zde zobrazeny **průměrné hodnoty** jednotlivých půdních subtypů a všech segmentů. Byl zjištěn **rozsah a variabilita hodnot** jednotlivých půdních subtypů a všech segmentů. Dále jsou zde uvedeny **minimální a maximální hodnoty** segmentů v daném půdním subtypu. Též je zde zobrazen rozdíl mezi průměrnými hodnotami MKVK a PVK na úrovni půdních subtypů nebo segmentů. Tento rozdíl znázorňuje objem nekapilárních pórů v daném půdním horizontu. Výsledky jsou prezentovány vždy ve dvou horizontech A a B.

5.1.1. Vyhodnocení maximální kapilární vodní kapacity a plné vodní kapacity na úrovni půdních typů a subtypů

Průměrné hodnoty MKVK a PVK a jejich rozptyl a objem nekapilárních pórů jednotlivých půdních subtypů jsou rozdílné v obou horizontech (příloha 1). Nejvyšší průměrné hodnoty MKVK a PVK v **horizontu A** se nacházejí v hydromorfních

půdách (glej modální a histický) a též vysoké průměrné hodnoty se vyskytují v semihydromorfních půdách (pseudoglej modální a stagnoglej modální). Nejnižší průměrné hodnoty MKVK v horizontu A se nacházejí v kambizemi oglejené (41,6 obj. %) a modální (43,3 obj. %), nízké průměrné hodnoty se nacházejí v kryptopodzolu modálním. Nejnižší průměrná hodnota PVK v horizontu A je v kryptopodzolu modálním (57,8 obj. %) a dále též v kambizemi oglejené a modální. V horizontu A jsou hodnoty vyšší než v horizontu B - kromě kryptopodzolu modálního, kde to platí pouze pro průměrnou hodnotu MKVK. V **horizontu B** se nejvyšší průměrná hodnota MKVK nachází v kryptopodzolu modálním (41,5 obj. %) a též nejvyšší průměrná hodnota PVK (55,8 obj. %) a dále v kambizemi modální a oglejené. Nejnižší průměrná hodnota MKVK a PVK pro horizont B je v pseudogleji modálním a v gleji histickém.

Největší **hodnota objemu nekapilárních pórů** v jednotlivých půdních subtypech je v kryptopodzolu modálním v horizontu A (17,3 obj. %) i B (14,3 obj. %) a dále též v kambizemi modální, naopak nejnižší objem nekapilárních pórů je v gleji modálním v horizontu A (5,9 obj. %) i B (4,8 obj. %) a stagnogleji modálním a pouze pro horizont B v gleji histickém.

Zobrazen je zde i **rozptyl průměrných hodnot PVK a MKVK a rozptyl mezi minimální a maximální hodnotou PVK a MKVK** všech segmentů pro jednotlivé půdní typy. Rozptyl průměrných hodnot PVK všech segmentů je vždy vyšší v horizontu B než v horizontu A v kambizemi modální a oglejené, kryptopodzolu modálním a v gleji modálním. Opačně je tomu u gleje histického, stagnogleje modálního a pseudogleje modálního, kde je rozptyl průměrných hodnot segmentů větší v horizontu A. Rozptyl průměrných hodnot MKVK všech segmentů jednotlivých půdních typů je vyšší v horizontu A, než v horizontu B, kromě kambizemě modální a gleje modálního.

5.1.2. Vyhodnocení maximální kapilární vodní kapacity a plné vodní kapacity na úrovni jednotlivých segmentů

Popisované hodnoty PVK, MKVK a objem nekapilárních pórů jsou uvedeny v průměrných hodnotách (průměr ze tří stanovišť v jednom segmentu). Tyto průměrné hodnoty jsou typické pro jednotlivé segmenty půdních subtypů (viz kapitola 5.1.). V textu nebude pro jeho zjednodušení uváděno, že se jedná o průměrné hodnoty.

Maximální a minimální hodnoty lze vyhledat v tabulkách a grafech jako doplňující informace k typickým hodnotám jednotlivých segmentů.

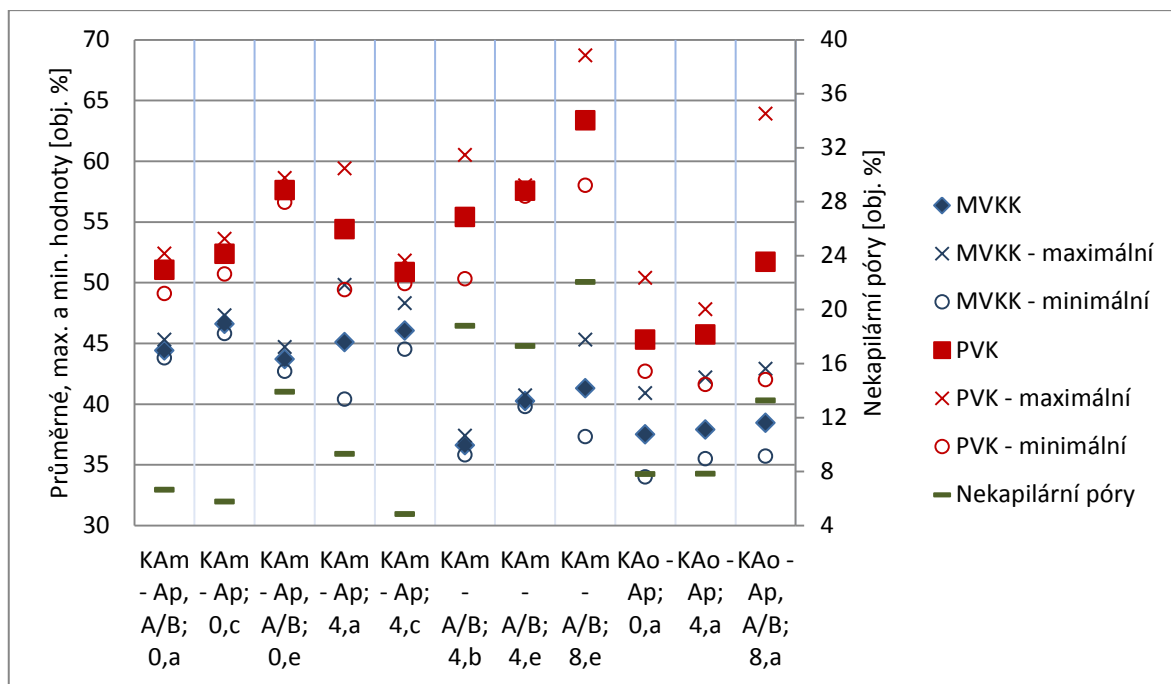
Průměrné, minimální a maximální hodnoty všech segmentů jednotlivých půdních subtypů ve dvou horizontech jsou vypsány v tabulkách v příloze 2, 3, 4, 5. Hodnoty MKVK a PVK v horizontu A všech segmentů půdních subtypů jsou zobrazeny v grafu v příloze 6 a hodnoty MKVK a PVK v horizont B v příloze 7.

Prvním popisovaným půdním subtypem je **kambizem modální**, která se vyskytuje na všech vegetačních a sklonitostních kategoriích, kromě listnatého lesa (příloha 2). Obrázek 26 zobrazuje kategorie segmentů pro **horizont A**, kde lze vidět, že nejvyšší *hodnoty PVK* se nacházejí v jehličnatém lese (63,4 a 57,6 obj. %) a zvyšují se spolu se vzrůstajícím sklonem (tabulka 12). Nejnižší hodnoty PVK se nacházejí na neudržované (50,9 obj. %) a sečené louce (51,0 obj. %). Hodnoty jediného segmentu na smíšeném lese se nachází mezi hodnotami jehličnatého lesa a obou kategorií luk. Nejvyšší *hodnota MKVK* naopak náleží do kategorie nejnižšího sklonu a nachází se na louce neudržované (36,6 obj. %). U řady *hodnot objemu nekapilárních pórů* lze vidět závislost na změně vegetace a sklonu svahu. Čtyři nejvyšší hodnoty objemu nekapilárních pórů se nacházejí v lese (jehličnatý i smíšený), čtyři nejnižší hodnoty naopak na louce (minimální hodnoty na louce neudržované).

Tabulka 12: Pořadí hodnot PVK a MKVK v segmentech v kambizemě modální v horizontu A v závislosti na sklonu a vegetaci, 1. – největší, 8. - nejmenší

KAm	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
PVK	8e	4e a 0e	4e a 0e	4b	4a	0c	0a	4c
MKVK	0c	4c	4a	0a	0e	8e	4e	4b
Nekapilární póry	8e	4b	4e	0e	4a	0a	0c	4c

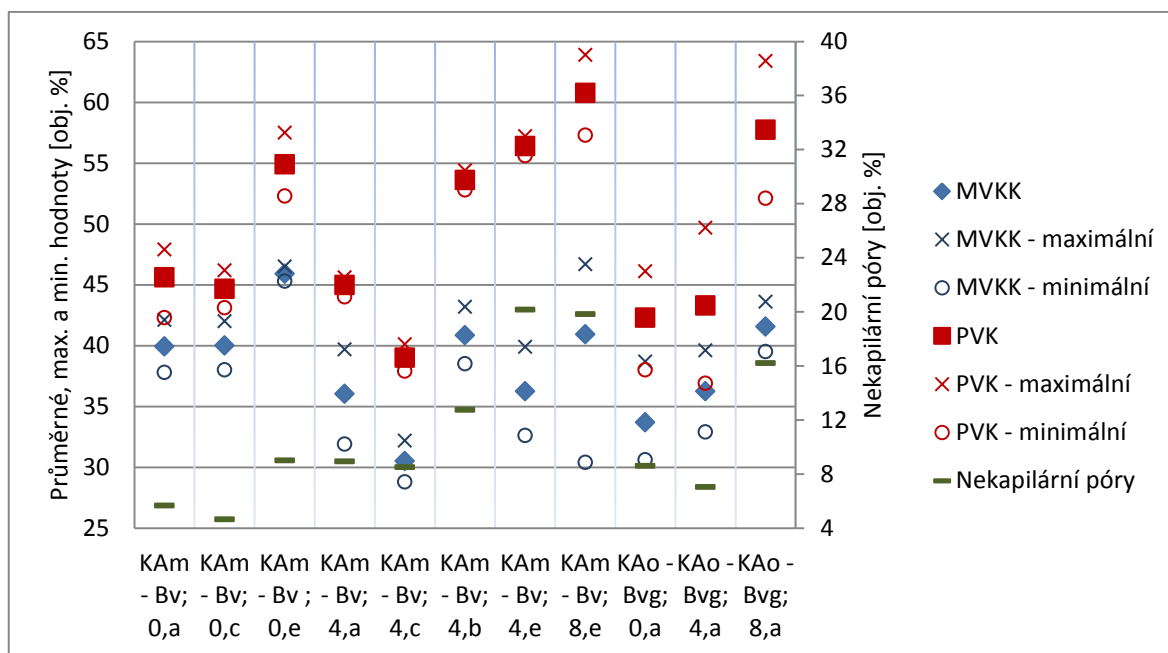
(vysvětlivky sklonu: 0 – 0-3°, 4 – 4-7°, 8 – 8° a více; a vegetace: a – louka sečená, b - smíšený les, c – louka neudržovaná, e – jehličnatý les)



Tabulka 13: Pořadí hodnot PVK a MKVK v segmentech kambizemě modální v horizontu B v závislosti na sklonu a vegetaci, 1. – největší, 8. – nejmenší

KAm	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
PVK	8e	4e	0e	4b	0a	4a	0c	4c
MKVK	0e	7b, 8e	4b, 8e	0c	0a	4e	4a	4c
Nekapilární póry	4e	8e	4b	0e	4a	4c	0a	0c

(vysvětlivky sklonu: 0 – 0-3°, 4 – 4-7°, 8 – 8° a více; a vegetace: a – louka sečená, b – smíšený les, c – louka neudržovaná, e – jehličnatý les)



Obrázek 27: Průměrné, maximální a minimální hodnoty MKVK a PVK horizontu B v segmentech kambizemě modální a oglejené (vysvětlivky sklonu: 0 – 0-3°, 4 – 4-7°, 8 – 8° a více; a vegetace: a – louka sečená, b – smíšený les, c – louka neudržovaná, d – listnatý les, e – jehličnatý les)

Druhým popisovaným půdním subtypem je **kambizem oglejená** (příloha 2). V **horizontu A**, který je zobrazen na obrázku 26, je vidět podobný trend jako u kambizemě modální. Při zvětšování sklonu narůstá *hodnota PVK*, ale i *hodnota MKVK* (tabulka 14). *Hodnota objemu nekapiálních pórů* narůstá nebo stagnuje se zvyšujícím se sklonem. Změna všech hodnot v závislosti na vegetačním krytu zde není pozorovatelná, protože všechny tři segmenty se nacházejí pouze na louce sečené.

Horizont B kambizemě oglejené má stejné pořadí segmentů vzhledem k vegetačnímu krytu a sklonu jako u horizontu A. Jen *hodnoty objemu nekapiálních*

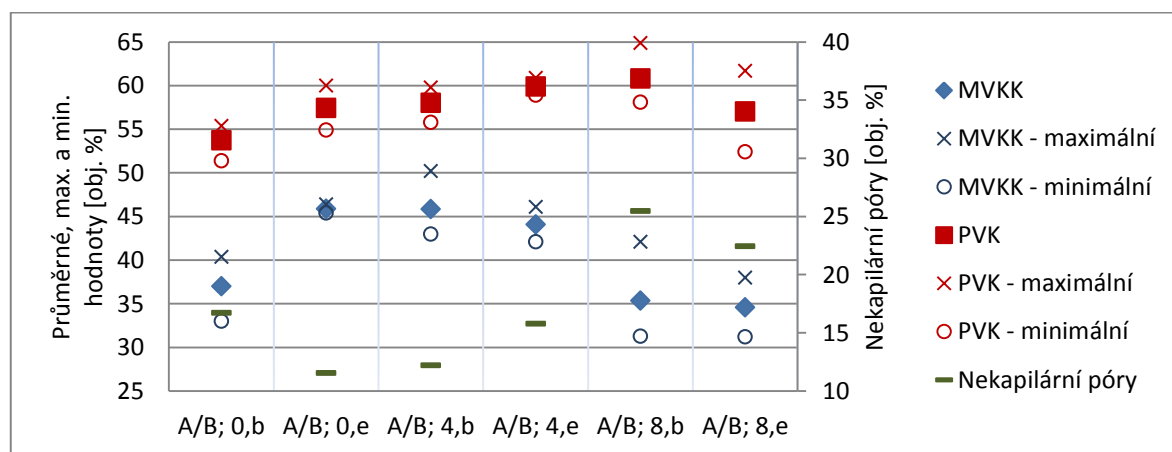
pórů mají odlišný průběh (tabulka 14). Nejvyšší hodnota se vyskytuje na sklonu 8° a více (16,2 obj. %) a nejnižší na 4 - 7° (7,0 obj. %).

Tabulka 14: Pořadí hodnot PVK a MKVK v segmentech kambizemě oglejené v horizontu A a B v závislosti na sklonu a vegetaci, 1. – největší, 3. - nejmenší

KAo	Horizont A			Horizont B		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.
PVK	8a	4a	0a	8a	4a	0a
MKVK	8a	4a	0a	8a	4a	0a
Nekapilární póry	8a	4a, 0a	4a, 0a	8a	0a	4a

(vysvětlivky sklonu: 0 – 0-3°, 4 – 4-7°, 8 – 8° a více; a vegetace: a – louka sečená)

Segmenty **kryptopodzolu modálního** se vyskytují pouze na vegetačních kategoriích jehličnatý a smíšený les (příloha 3). V **horizontu A** (obrázek 28) neplatí jako u předešlého půdního typu, že nejvyšší *hodnota PVK* se nachází v jehličnatém lese. Nachází se v lese smíšeném (60,8 obj. %). Je zde malá závislost hodnot PVK na změně sklonu, téměř většina hodnot PVK se zvyšuje se vzrůstajícím sklonem (tabulka 15). Z důvodu výskytu kryptopodzolu modálního pouze na dvou vegetačních kategoriích zde není zřetelně patrná závislost hodnot PVK na vegetaci.



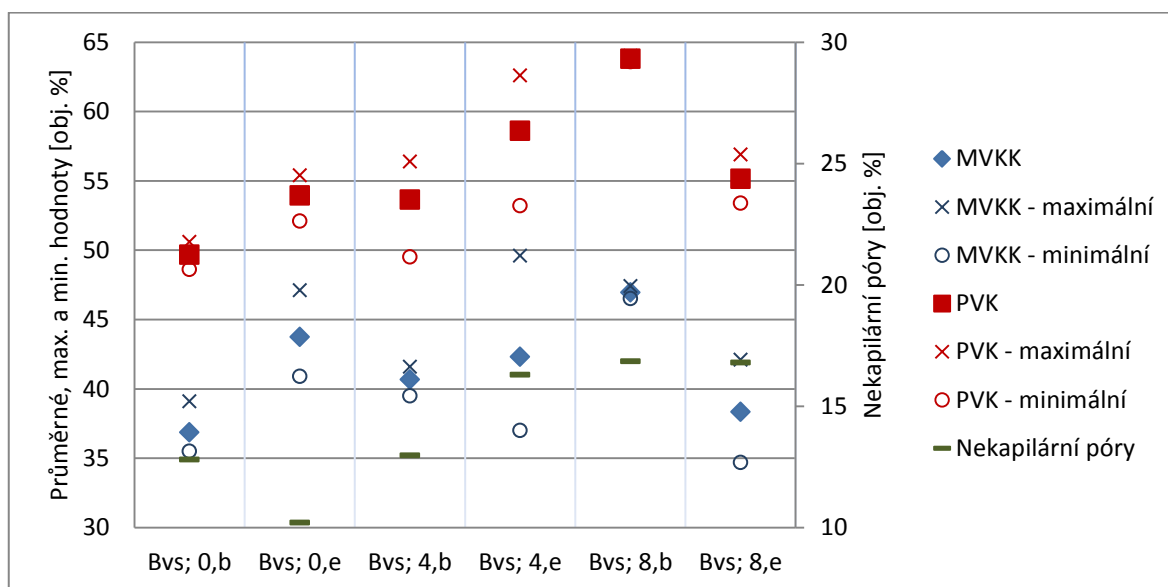
Obrázek 28: Průměrné, maximální a minimální hodnoty MKVK a PVK horizontu A v segmentech kryptopodzolu modálního (vysvětlivky sklonu: 0 – 0-3°, 4 – 4-7°, 8 – 8° a více; a vegetace: b – smíšený les, e – jehličnatý les)

Tabulka 15: Pořadí hodnot PVK a MKVK v segmentech kryptopodzolu modálního v horizontu A a B v závislosti na sklonu a vegetaci, 1. – největší, 6. - nejmenší

KPm	Horizont A						Horizont B					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
PVK	8b	4e	4e	0e	8e	0b	8b	4e	8e	0e	4e	0b
MKVK	0e	4e	4e	0b	8b	8e	8b	0e	4e	4e	8e	0b
Nekapilární póry	8b	21e	0b	4e	4e	0e	8b	8e	4e	4e	0b	0e

(vysvětlivky sklonu: 0 – 0-3°, 4 – 4-7°, 8 – 8° a více; a vegetace: b – smíšený les, e - jehličnatý les)

Nejnižší hodnoty MKVK se nacházejí na nejvyšším sklonu (34,6 obj. %). Nejvyšší hodnoty MKVK se vyskytují na sklonu 0 - 3° (45,9 obj. %) a 4 - 7° (45,8 obj. %). Je zde malá závislost hodnot MKVK na změně sklonu. Se zmenšujícím se sklonem narůstá hodnota MKVK. Nejvyšší hodnoty objemu nekapilárních pórů se nacházejí na sklonu 8° a více (25,5 a 22,5 obj. %), nejnižší naopak na sklonu 0 - 3° (11,6 obj. %). A též se zde nachází malá závislost hodnot objemu nekapilárních pórů na změně sklonu. Se zvyšujícím se sklonem vzrůstá i objem nekapilárních pórů.



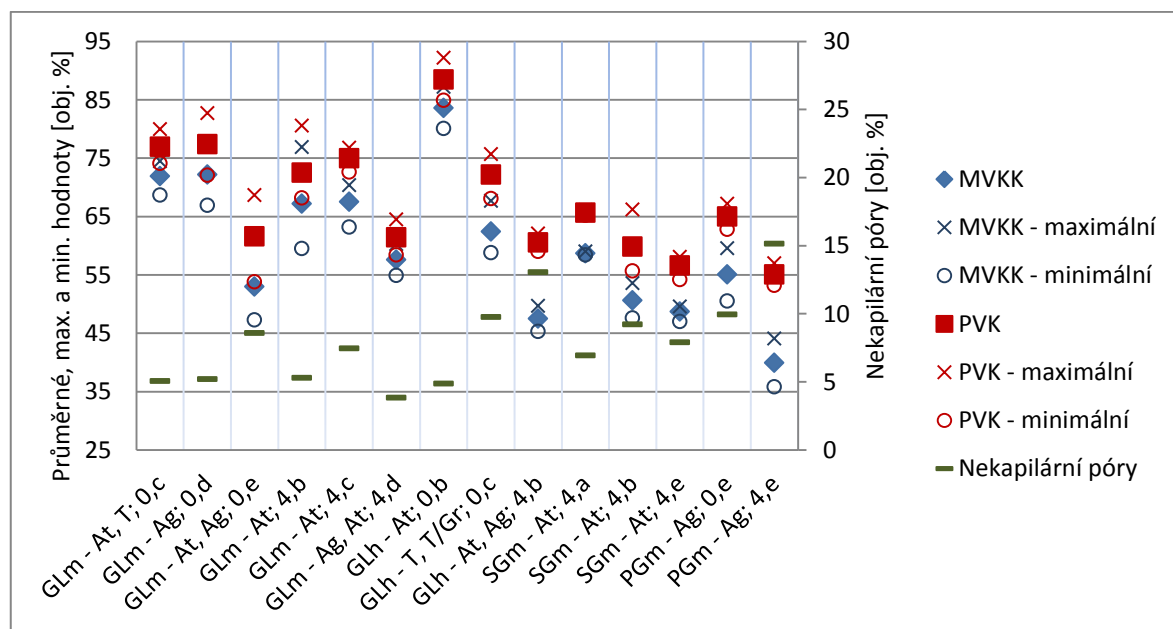
Obrázek 29: Průměrné, maximální a minimální hodnoty MKVK a PVK horizontu B v segmentech kryptopodzolu modálního (vysvětlivky sklonu: 0 – 0-3°, 4 – 4-7°, 8 – 8° a více; a vegetace: b – smíšený les, e – jehličnatý les)

Na obrázku 29 je zobrazen **horizont B kryptopodzolu modálního**. Nejvyšší hodnoty PVK se nachází na sklonech 8° a více (63,8 a 55,1 obj. %) a 4 - 7° (58,6 obj. %), nejnižší hodnoty PVK jsou na sklonu 0 - 3° (49,7 obj. %) a 4 - 7°

(53,6 obj. %), (tabulka 15). Segmenty jsou nepravidelně rozložené, nejvyšší *hodnota MKVK* se nachází na sklonu 8° a více (47,0 obj. %) a nejnižší se nalézá na sklonu 0 - 3° (36,9 obj. %). Závislost hodnot MKVK na změně sklonu se u horizontu B nevyskytuje, na rozdíl od horizontu A. Nejvyšší *hodnota objemu nekapilárních pórů* se nachází na sklonu 8° a více (16,9 obj. %) a nejnižší na sklonu 0 - 3° (10,2 obj. %). Čím vyšší sklon, tím vyšší hodnoty objemu nekapilárních pórů.

U zbylých půdních typů a subtypů glej modální a histický, pseudoglej modální a stagnoglej modální se nenachází tak pravidelné rozložení hodnot v závislosti na změně sklonu a vegetačních poměrů, jako je tomu u dosud popsaných půdních subtypů. Nevyskytují se na nejvyšším sklonu 8° a více. Bohužel rozloha půdních subtypů glej histický, stagnoglej modální a pseudoglej modální není rozsáhlá, a proto počet segmentů není velký, jako je tomu u ostatních půdních subtypů.

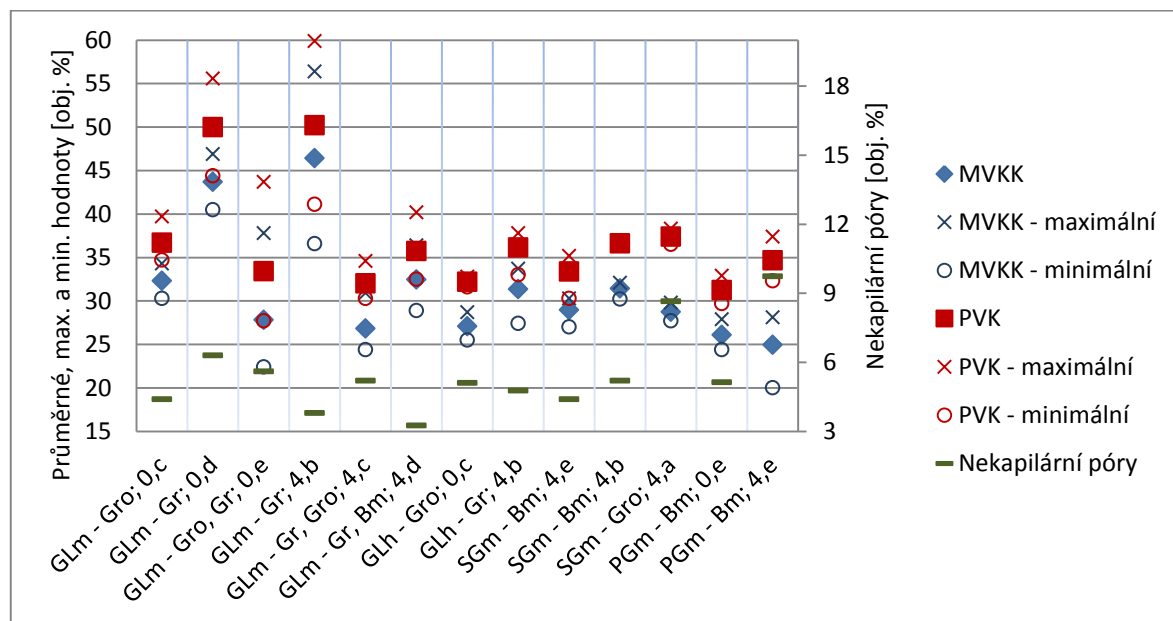
Hodnoty půdního subtypu **glej modální** jsou zobrazeny v příloze 4. Nejdříve budou popsány hodnoty **horizontu A** (obrázek 30). Nejvyšší *hodnoty PVK* se nalézají na sklonu 0 - 3° (77,4 obj. %). Dvě nejnižší hodnoty se vyskytují v jehličnatém (61,5 obj. %) a listnatém lese (61,6 obj. %). Lesní vegetace se nachází buď na maximálních, nebo minimálních hodnotách (tabulka 16). Prostřední hodnoty PVK se



Obrázek 30: Průměrné, maximální a minimální hodnoty MKVK a PVK horizontu A v segmentech gleje modálního a histického, stagnogleje modálního a pseudogleje modálního (vysvětlivky sklonu: 0 – 0-3°, 4 – 4-7°; a vegetace: a – louka sečená, b – smíšený les, c – louka neudržovaná, d – listnatý les, e – jehličnatý les)

nacházejí na louce. Závislost hodnot na změně sklonu svahu je u gleje modálního malá. U řady *hodnot MKVK* je pořadí segmentů podobné, pouze jsou prohozeny poslední dvě hodnoty. Pořadí vegetačních kategorií jsou stejná jako u hodnot PVK. Segmenty na vegetačním pokryvu louka se nacházejí uprostřed řady hodnot PVK, lesní porosty se naopak vyskytují na nejvyšších a nejnižších hodnotách PVK. Nejvyšší *hodnota objemu nekapilárních pórů* se nalézá na segmentu s vegetačním krytem jehličnatý les na sklonu 0 – 3° (8,6 obj. %) a nejnižší na louce neudržované při sklonu 0 – 3° (5,1 obj. %). Závislost této řady na změně sklonu zde není.

Hodnoty horizontu B gleje modálního jsou zobrazeny na obrázku 31 a jejich pořadí v závislosti na kategorii sklonu svahu a vegetace v tabulce 16. Dvě nejvyšší *hodnoty řady PVK* jsou ve vegetační kategorii les, (smíšený a listnatý), konkrétně segment v lese smíšeném na sklonu 4 – 7° (50,2 obj. %) a v lese listnatém na sklonu 0 – 3° (50,0 obj. %). Nejnižší hodnota PVK se nachází na louce neudržované, segment se sklonem 4 – 7° (32,0 obj. %). Závislost hodnot PVK na změně sklonu se zde nevyskytuje. Segmenty gleje modálního mají pořadí hodnot PVK téměř totožné s řadou *hodnot MKVK*. Nejvyšší *hodnoty objemu nekapilárních pórů* se nacházejí na sklonu 0 - 3° v listnatém (6,3 obj. %) a dále v jehličnatém lese



Obrázek 31: Průměrné, maximální a minimální hodnoty MKVK a PVK horizontu B v segmentech gleje modálního a histického, stagnogleje modálního a pseudogleje modálního (vysvětlivky sklonu: 0 – 0-3°, 4 – 4-7°; a vegetace: a – louka sečená, b – smíšený les, c – louka neudržovaná, d – listnatý les, e – jehličnatý les)

Tabulka 16: Pořadí hodnot PVK a MKVK v segmentech v gleji modálním v horizontu A a B v závislosti na sklonu a vegetaci, 1. – největší, 6. - nejmenší

GLm	Horizont A						Horizont B					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
PVK	0d	0c	4c	4b	0e	4d	4b	0d	0c	4d	0e	4c
MKVK	0d	0c	4c	4b	4d	0e	4b	0d	4d	0c	0e	4c
Nekapilární póry	0e	4c	4b	0d	0c	4d	0d	0e	4c	0c	4b	4d

(vysvětlivky sklonu: 0 – 0-3°, 4 – 4-7°; a vegetace: b – smíšený les, c – louka neudržovaná, d – listnatý les, e – jehličnatý les)

(5,6 obj. %). Nejnižší hodnota se nachází též v lesní vegetaci, v tomto případě na sklonu 4 - 7° (3,3 obj. %). Na vegetační kategorii louka se nachází střední hodnoty této řady.

Glej histický je dalším popisovaným půdním subtypem (příloha 4), **horizont A** je zobrazen na obrázku 30. Nejnižší a nejvyšší hodnota řady PVK se nachází v lese, jako u gleje modálního. Čím nižší sklon, tím vyšší hodnota PVK (tabulka 17). Nejvyšší hodnota PVK se nachází na sklonu 0 - 3° (88,5 obj. %). Pořadí segmentů je totožné v řadě hodnot MKVK i PVK. Segmenty v řadě hodnot objemu nekapilárních pórů mají opačné pořadí, než je tomu u řad PVK a MKVK. Z toho vyplývá, že s narůstajícím sklonem se zvyšuje hodnota objemu nekapilárních pórů.

Odebraná data na **gleji histickém** na segmentu ve smíšeném lese na sklonu 0 – 3° pro **horizont B** byla nevyhovující, a proto byla z výsledků odebrána. Z tohoto důvodu je v horizontu B (obrázek 31, příloha 4) o jeden segment méně než v horizontu A. Pořadí segmentů hodnot PVK a MKVK je totožné (tabulka 17). Nejvyšší hodnota se

Tabulka 17: Pořadí hodnot PVK a MKVK v segmentech v gleji histickém v horizontu A a B v závislosti na sklonu a vegetaci, 1. – největší, 3. a 2. - nejmenší

GLh	Horizont A			Horizont B	
	1.	2.	3.	1.	2.
PVK	0b	0c	4b	4b	0c
MKVK	0b	0c	4b	4b	0c
Nekapilární póry	4b	0c	0b	0c	4b

(vysvětlivky sklonu: 0 – 0-3°, 4 – 4-7°; a vegetace: b – smíšený les, c – louka neudržovaná)

nachází ve smíšeném lese na sklonu 4 - 7° (PVK – 36,1 a MKVK – 31,4 obj. %). Nejnižší hodnota se vyskytuje na louce neudržované na sklonu 0 - 3° (PVK – 32,2 a MKVK – 27,1 obj. %). Segmenty v řadě hodnot objemu nekapilárních pórů mají opačné pořadí, než je tomu u řady PVK a MKVK. Tento trend se vyskytuje u více půdních subtypů.

Následující půdní subtyp je **stagnoglej modální** (příloha 5). Závislost hodnot na změně sklonu se ani v jednom horizontu nenachází, protože všechny segmenty se nalézají na sklonu 4 – 7°. V **horizontu A**, zobrazeném na obrázku 30, se pořadí segmentů shoduje v řadě *hodnot PVK i MKVK*. Nejvyšší hodnota obou řad se nachází na louce sečené (tabulka 18). Nejnižší hodnoty se vyskytují v jehličnatém lese (PVK – 48,7 obj. % a MKVK – 56,6 obj. %), jako tomu bylo u gleje modálního v horizontu A u řady MKVK. Nejvyšší *hodnoty objemu nekapilárních pórů* se nacházejí ve smíšeném lese (9,2 obj. %) a nejnižší na louce sečené (6,9 obj. %). Pořadí segmentů hodnot je téměř opačné řadě PVK a MKVK.

Horizont B stagnogleje modálního zobrazený na obrázku 31 má segmenty řady PVK totožné jako u horizontu A. Nejvyšší *hodnota PVK* se vyskytuje na louce sečené (37,4 obj. %) a nejnižší v jehličnatém lese (33,4 obj. %), (tabulka 18). Střední hodnota řady PVK se nachází v lese smíšeném (36,6 obj. %). Pořadí segmentů v řadě MKVK je v tomto případě pouze podobné řadě PVK. Nejvyšší hodnota MKVK se nachází v lese smíšeném (31,4 obj. %) a nejnižší na louce sečené (28,8 obj. %). Pořadí segmentů v řadě *hodnot objemu nekapilárních pórů* je totožné s řadou PVK.

Tabulka 18: Pořadí hodnot PVK a MKVK v segmentech stagnogleje modálního v horizontu A a B v závislosti na sklonu a vegetaci, 1. – největší, 3. - nejmenší

SGm	Horizont A			Horizont B		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.
PVK	4a	4b	4e	4a	4b	4e
MKVK	4a	4b	4e	4b	4e	4a
Nekapilární póry	4b	4e	4a	4a	4b	4e

(vysvětlivky sklonu: 4 – 4-7°; a vegetace: a – louka sečená, b – smíšený les, e - jehličnatý les)

Posledním popisovaným půdním subtypem je **pseudoglej modální** (příloha 5). Data byla naměřena pouze na dvou segmentech. Závislost hodnot na

změně vegetace zde není vidět, protože oba segmenty se vyskytují v jehličnatém lese. Z těchto důvodů nelze z dat vyčíst mnoho souvislostí (obrázek 30). V **horizontu A** se vyšší *hodnota PVK* nachází na sklonu 0 - 3° (59,6 obj. %), nižší na sklonu 4 - 7° (44,1 obj. %), (tabulka 19). Pořadí segmentů *hodnot MKVK* je zcela stejné jako u PVK. Pořadí segmentů u *hodnot objem nekapilárních pórů* je obrácené řadám MKVK a PVK.

Horizont B na pseudogleji modální je zobrazen na obrázku 31. Pořadí segmentů ve třech řadách hydropedologických charakteristik (tabulka 19) je podobné s horizontem B na půdním subtypu stagnoglej modální. Pořadí segmentů *hodnot PVK a MKVK* je opačné a pořadí segmentů *hodnot objemu nekapilárních pórů* je totožné s řadou PVK. Nejvyšší hodnota PVK se nachází na sklonu 4 - 7° (34,7 obj. %), nejnižší na sklonu 0 - 3° (31,2 obj. %).

Tabulka 19: Pořadí hodnot PVK a MKVK v segmentech pseudogleje modálního v horizontu A a B v závislosti na sklonu a vegetaci, 1. – největší, 2. - nejmenší

PGm	Horizont A		Horizont B	
	1.	2.	1.	2.
PVK	0e	4e	4e	0e
MKVK	0e	4e	0e	4e
Nekapilární póry	4e	0e	4e	0e

(vysvětlivky sklonu: 0 – 0-3°, 4 – 4-7°; a vegetace: e – jehličnatý les)

Shrnutí

Z výsledných dat je patrný trend snižování i zvyšování hodnot PVK v závislosti na sklonu svahu. Hodnoty PVK se *zvyšují spolu se zvětšujícím se sklonem* v kambizemi oglejené, v kryptopodzolu modálním v horizontu A (výjimkou je segment v jehličnatém lese na sklonu 8°a více), v horizontu B v gleji histickém a v pseudogleji modálním. Hodnoty MKVK se zvyšují zároveň se zvětšujícím se sklonem v kambizemi oglejené a v gleji histickém v horizontu B a hodnoty objemu nekapilárních pórů v pseudogleji modálním, v horizontu B v kryptopodzolu modálním a v horizontu A v gleji histickém.

Naopak *hodnota PVK se zvyšuje se snižujícím se sklonem* v horizontu A v gleji histickém a pseudogleji modálním, u řady MKVK jsou to půdní subtypy –

pseudoglej modální a v gleji histickém v horizontu A. V horizontu B v gleji histickém se hodnoty objemu nekapilárních pórů zvyšují se snižujícím se sklonem.

Vztah hodnot PVK a MKVK na vegetačním krytu není tak zřetelný, jako u sklonu svahu. U kambizemě modální v horizontu A jsou nejvyšší hodnoty PVK v lese jehličnatém, poté v lese smíšeném a nejnižší na loukách (sečená a neudržovaná louka). Nejvyšší hodnoty MKVK v obou horizontech jsou na loukách (sečená a neudržovaná), dále v jehličnatém lese a nejnižší v lese smíšeném. V horizontu B jsou hodnoty PVK obdobné jako v horizontu A s tím rozdílem, že nejnižší hodnoty se vyskytují na louce neudržované a druhé nejnižší na louce sečené. Segmenty kryptopodzolu modálního se nacházejí v lese smíšeném a v lese jehličnatém. V horizontu A i B je nejvyšší a nejnižší hodnota PVK v lese smíšeném a pro horizont B to platí i pro řadu hodnot MKVK. Hodnota PVK v gleji modální v horizontu A má nejvyšší a nejnižší hodnotu v listnatém lese. Segmenty nacházející se na vegetačním krytu louka neudržovaná mají hodnoty MKVK v horizontu A ve vyšší první polovině dat a horizont B v druhé polovině dat. V gleji histickém pro horizont A platí podobné seřazení vegetačního krytu. Segmenty na smíšeném lese mají nejvyšší a zároveň nejnižší hodnoty PVK a MKVK a prostřední hodnota se nachází na louce neudržované. Stagnoglej modální má nejvyšší hodnotu PVK i MKVK v horizontu A na louce sečené, střední a nejnižší v lese (smíšeném a jehličnatém), v horizontu B jsou segmenty s pořadí hodnot PVK stejné, ale nejvyšší a střední hodnota MKVK se nachází v lese (smíšeném a jehličnatém) a nejnižší na louce sečené.

Nastává zde i situace, kdy souslednost segmentů hodnot PVK je totožná s řadou segmentů hodnot MKVK (kambizem oglejená, glej histický, horizont A v gleji modálním a stagnogleji modálním a téměř i v horizontu B v gleji modálním).

V kambizemi modální a v gleji modální nastává dvojí závislost, kdy se změnou hodnot PVK a MKVK se mění vegetační kryt zároveň se sklonem.

5.2. Infiltrace

Infiltrace byla měřena na dvou půdních typech a třech půdních subtypech – kambizem modální, kambizem oglejená a kryptopodzol modální na celkem 15 segmentech. V této práci je prezentováno 19 infiltračních měření. Některé infiltrace nebyly použity. Většinou to bylo z důvodu nesprávného průběhu měření infiltrometru. Měření proběhla na všech kategoriích sklonu a vegetace, kromě listnatého lesa (tabulka 11). Hodnoty infiltračních měření jsou znázorněny ve dvou veličinách (viz kap. 4.5.) - infiltrační rychlost [cm/hod] a kumulativní infiltrace [cm]. V grafech a tabulkách jsou zobrazeny průběhy měření a průměrné, minimální a maximální hodnoty. Z těchto hodnot lze vyčíst i variabilitu a rozsah hodnot.

Ze tří půdních subtypů má nejvyšší průměrnou infiltrační rychlost a průměrnou kumulativní rychlost kryptopodzol modální (tabulka 20). Kryptopodzol modální má obě charakteristiky až cca o polovinu vyšší než obě kambizemě. Kambizemě modální a oglejená mají podobné obě charakteristiky. Rozsah hodnot má výrazněji nejvyšší též kryptopodzol modální, nejnižší kambizem oglejená.

Tabulka 20: Průměrné hodnoty infiltrační rychlosti a kumulativní infiltrace a jejich rozsah v kambizemi modální, oglejené a kryptopodzolu modálním

Půdní subtyp	Průměrná infiltrační rychlost [cm/hod]		Průměrná kumulativní rychlost [cm]	
	Hodnoty	Rozsah hodnot	Hodnoty	Rozsah hodnot
Kambizem modální	14,19	64,94	178,31	801,25
Kambizem oglejená	15,84	26,16	195,25	324,89
Kryptopodzol modální	30,18	89,00	370,86	1087,26

Průměrná **infiltrační rychlost** na *kambizemi modální* (67,50 cm/hod) a *oglejené* (32,57 cm/hod) je nejvyšší ve sklonu 8° a více a lze ji vidět v tabulce 21. Vyšší průměrnou infiltrační rychlost lze též nalézt na segmentu louky neudržované se sklonem 0 - 3° (24,92 cm/hod). Kambizem modální vyskytující se v jehličnatém i smíšeném lese, má nepatrně vyšší průměrnou infiltrační rychlost na sklonu 0 - 3°, než na sklonu 4 - 7°. To samé platí pro kambizem oglejenou vyskytující se ve vegetační kategorii louka sečená, infiltrační rychlost dosahuje vyšších průměrných hodnot na sklonu 0 – 3° (8,56 cm/hod), než na sklonu 4 – 7° (6,40 cm/hod). Nejnižší průměrné i

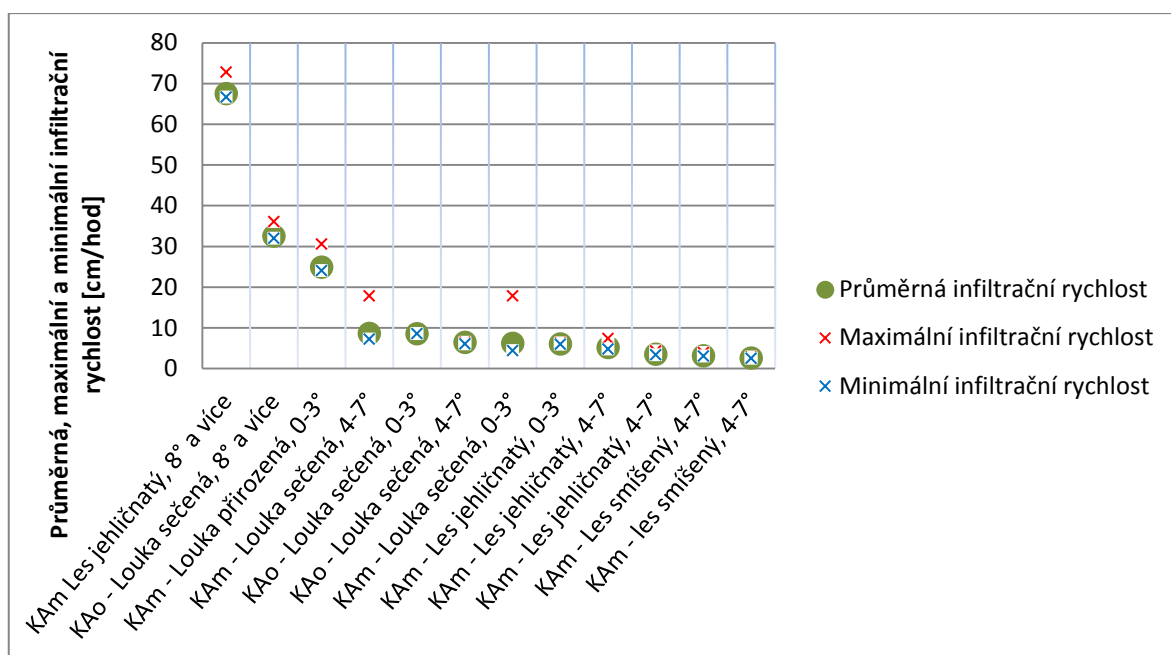
minimální hodnoty na kambizemi modální se vyskytují právě v lese na sklonu 4 - 7° a na kambizemi oglejené též na sklonu 4 - 7°.

Nejvyšší rozptyl hodnot se nachází na třech segmentech s loukou sečenou i neudržovanou (obrázek 32). Nejnižší variabilita hodnot se nalézá na kambizemi modální v jehličnatém lese (3,37 až 4,32 cm/hod) a v lese smíšeném na sklonu 0 - 7° (2,51 až 2,81 cm/hod), a též na kambizemi oglejené na louce sečené při sklonu 0 - 7° (6,02 až 6,46 cm/hod).

Průběh infiltrační rychlosti je znázorněn v přílohách 8 a 9. Z důvodu odlehlosti dvou křivek infiltrační rychlosti bylo použito dvou grafů pro lepší znázornění hodnot. Dva segmenty kambizemě oglejené mají opačný průběh infiltrace, než je tomu u všech zbylých měření. Infiltrační rychlost na kambizemi oglejené na sklonu 4 - 7° se s postupujícím časem zvyšuje. Průběh jejích bodů se blíží logaritmické křivce a na sklonu 0 - 3° téměř stagnuje, a proto lze tvar infiltrační rychlosti přirovnat k lineární funkci. Infiltrační rychlost na kambizemi oglejené na sklonu 8° a více má stejný průběh jako zbylé měření na kambizemi modální. S postupujícím časem se hodnoty infiltrační rychlosti zmenšují.

Tabulka 21: Hodnoty průměrné, maximální a minimální infiltrační rychlosti v segmentech kambizemě modální a oglejené na rozdílném vegetačním pokryvu a sklonu svahu

Segment	Průměrná infiltrační rychlost [cm/hod]	Maximální infiltrační rychlost [cm/hod]	Minimální infiltrační rychlost [cm/hod]
KAm Les jehličnatý, 8° a více	67,50	72,78	66,68
KAo - Louka sečená, 8° a více	32,57	36,07	32,02
KAm – Louka neudržovaná, 0-3°	24,92	30,55	24,05
KAm - Louka sečená, 4-7°	8,65	17,80	7,23
KAo - Louka sečená, 0-3°	8,56	8,56	8,56
KAo - Louka sečená, 4-7°	6,40	6,46	6,02
KAm - Louka sečená, 0-3°	6,19	17,82	4,38
KAm - Les jehličnatý, 0-3°	6,03	6,25	5,99
KAm - Les jehličnatý, 4-7°	5,16	7,42	4,81
KAm - Les jehličnatý, 4-7°	3,50	4,32	3,37
KAm - Les smíšený, 4-7°	3,16	3,92	3,04
KAm - les smíšený, 4-7°	2,56	2,81	2,51



Obrázek 32: Hodnoty průměrné, maximální a minimální infiltrační rychlosti v segmentech kambizemě modální a oglejené na rozdílném vegetačním pokryvu a sklonu svahu

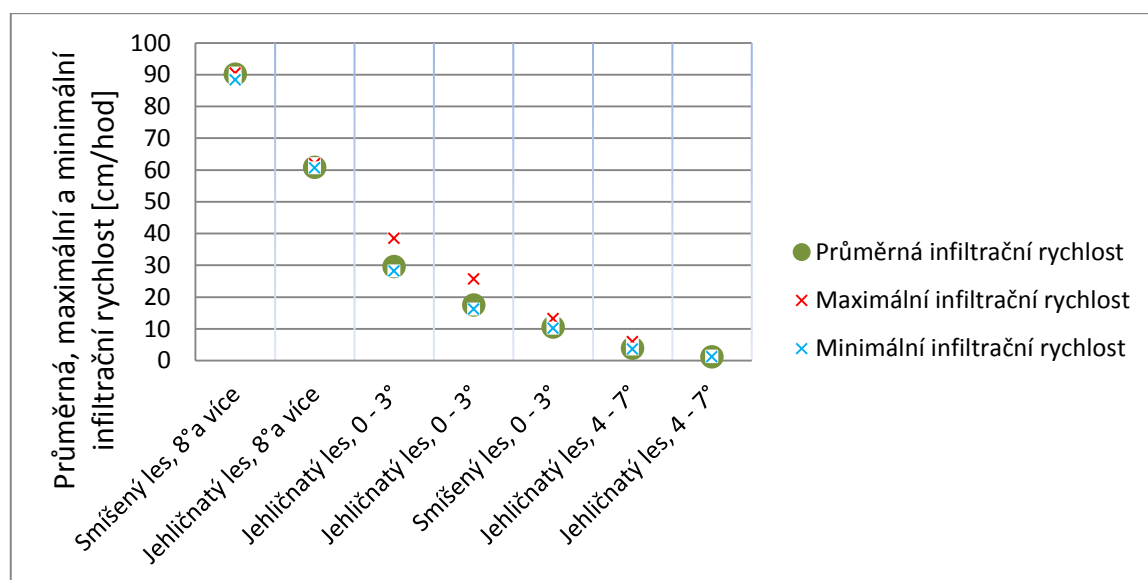
Čtyři křivky infiltračních měření na segmentech s kategoriemi les jehličnatý a smíšený do sklonu 4 - 7° mají podobný tvar. Další podobnost tvaru infiltračních křivek se nachází u kambizeme oglejené na sklonu 8° a více s kambizemí modální na louce neudržované se sklonem 0 - 3°. Průběh šesti výše zmíněných infiltračních křivek lze přirovnat k části hyperboly. Poslední podobnost tvaru křivek infiltračních rychlostí se nachází na kambizemi modální na louce sečené se sklonem 0 - 3° a na segmentu se sklonem 4 - 7°. Průběh těchto dvou křivek se tvarem blíží hyperbole.

V tabulce 22 jsou zobrazeny hodnoty všech měření na půdním subtypu *kryptopodzol modální*. Na pěti segmentech je k dispozici celkem sedm měření. Nejvyšší průměrná (90,16 cm/hod) i maximální (90,46 cm/hod) infiltrační rychlost na půdním subtypu kryptopodzol modální se nachází na segmentech se sklonem 8° a více. Nejnižší průměrná (1,22 cm/hod) i minimální (1,19 cm/hod) infiltrační rychlost se nalézá na segmentech s kategorií sklonu 4 - 7°. Toto rozložení segmentů hodnot infiltrační rychlosti je nezávislé na kategorii vegetačního krytu. Rozptyl hodnot infiltrační rychlosti kryptopodzolu modálního je znázorněn na obrázku 33. Největší rozsah hodnot se nachází na sklonu 0 - 3° na vegetačním krytu jehličnatý les (28,18 až 38,47 cm/hod). Druhý největší se nalézá na témže sklonu, ale v lese smíšeném. Nejnižší variabilita infiltrační rychlosti se nachází v kategorii jehličnatý les

se sklonem 4 - 7° (1,19 až 1,40 cm/hod), kde se nalézají i nejvyšší průměrná a minimální hodnota. Nízká variabilita hodnot se nachází, jak na segmentech se sklonem 4 - 7°, tak i na sklonu 8° a více.

Tabulka 22: Hodnoty průměrné, maximální a minimální infiltrační rychlosti a kumulativní infiltrace v segmentech kryptopodzolu modálního na rozdílném vegetačním pokryvu a sklonu svahu

Segment	Průměrná infiltrační rychlost [cm/hod]	Minimální infiltrační rychlost [cm/hod]	Maximální infiltrační rychlost [cm/hod]	Průměrná kumulativní infiltrace [cm]	Minimální kumulativní infiltrace [cm]	Maximální kumulativní infiltrace [cm]
Smíšený les, 8° a více	90,16	88,28	90,46	1102,36	44,14	2163,90
Jehličnatý les, 8° a více	60,79	60,62	61,91	745,96	30,96	1458,97
Jehličnatý les, 0 - 3°	29,56	28,18	38,47	372,24	19,23	709,52
Jehličnatý les, 0 - 3°	17,49	16,23	25,62	223,51	12,81	419,84
Smíšený les, 0 - 3°	10,59	10,18	13,20	132,68	6,60	254,15
Jehličnatý les, 4 - 7°	3,89	3,57	5,95	49,96	2,98	93,31
Jehličnatý les, 4 - 7°	1,22	1,19	1,40	15,15	0,70	29,27



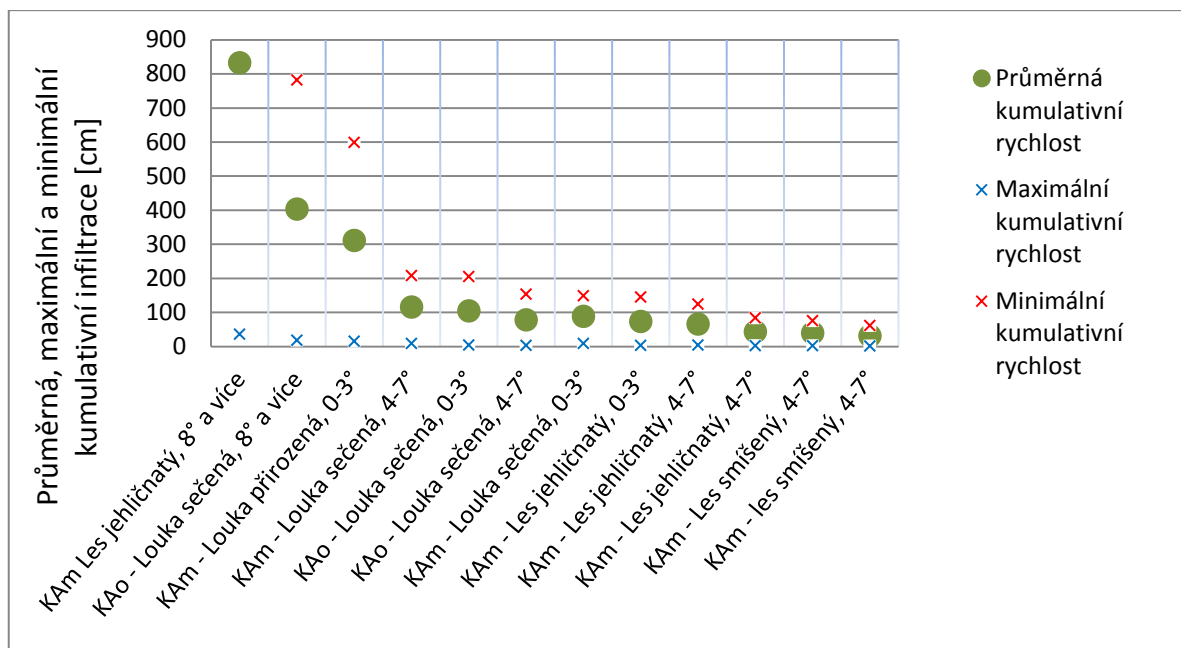
Obrázek 33: Hodnoty průměrné, maximální a minimální infiltrační rychlosti v segmentech kryptopodzolu modálního na rozdílném vegetačním pokryvu a sklonu svahu

Průběh infiltračních měření na kryptopodzolu modálního je znázorněn v příloze 10. Tvar křivky téměř všech infiltračních měření lze přirovnat k části hyperboly. První výjimkou se stává segment v jehličnatém lese na sklonu 4 - 7°, kde průběh hodnot měření lze přirovnat k lineární funkci. Druhý segment, který má odlišný tvar křivky se nachází na louce sečené se sklonem 8° a více. U tohoto měření se hodnoty s postupujícím časem zvyšují a jejich průběh se blíží logaritmické křivce.

Další veličinou charakterizující infiltrační schopnosti je **kumulativní infiltrace** vyjádřená v cm. Kumulativní infiltrace na *kambizemi modální* a *oglejené* zobrazena v tabulce 23 má podobnou strukturu a prvky jako nacházíme u infiltrační rychlosti v obou subtypech. Nejvyšší průměrná i maximální kumulativní infiltrace a též nejvyšší variabilita hodnot se nachází na kambizemi modální a oglejené na sklonu 8° a více, třetí maximální hodnota se nalézá na louce neudržované při sklonu 0 - 3°. Variabilita hodnot kambizemě modální a oglejené je zobrazena na obrázku 34. Nejnížší průměrná kumulativní infiltrace a nejmenší rozptyl hodnot se na kambizemi modální vyskytují v lesním porostu na sklonu 4 - 7°, na kambizemi oglejené je to též segment nacházející se na sklonu do 4 - 7°. Nejnížší minimální hodnoty se na kambizemi modální nacházejí v lese na sklonu 0 - 3° a 4 - 7°, na kambizemi oglejené na sklonu 4 - 7°.

Tabulka 23: Hodnoty průměrné, maximální a minimální kumulativní infiltrace v segmentech kambizemě modální a oglejené na rozdílném vegetačním pokryvu a sklonu svahu

Segment	Průměrná kumulativní rychlost [cm]	Minimální kumulativní rychlost [cm]	Maximální kumulativní rychlost [cm]
KAm Les jehličnatý, 8° a více	832,85	36,39	1619,98
KAo - Louka sečená, 8° a více	402,90	18,04	781,58
KAm - Louka neudržovaná, 0-3°	311,70	15,27	598,19
KAm - Louka sečená, 4-7°	116,36	8,90	207,65
KAo - Louka sečená, 0-3°	104,84	4,28	205,40
KAo - Louka sečená, 4-7°	78,01	3,01	153,68
KAm - Louka sečená, 0-3°	89,00	8,91	148,56
KAm - Les jehličnatý, 0-3°	74,12	3,13	144,72
KAm - Les jehličnatý, 4-7°	65,81	3,71	123,94
KAm - Les jehličnatý, 4-7°	43,76	2,16	83,90
KAm - Les smíšený, 4-7°	39,57	1,96	75,85
KAm - les smíšený, 4-7°	31,60	1,41	61,33



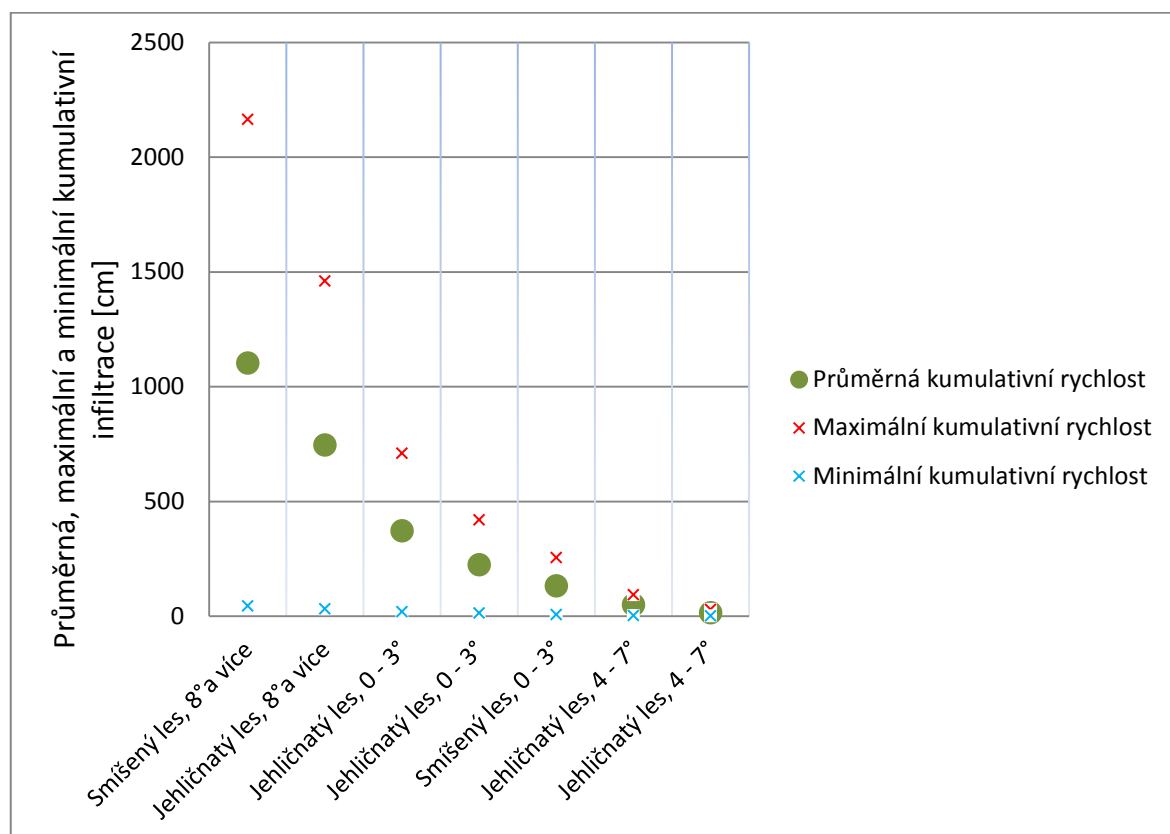
Obrázek 34: Hodnoty průměrné, maximální a minimální kumulativní infiltrace v segmentech kambizemě modální a oglejené na rozdílném vegetačním pokryvu a sklonu svahu (Poznámka: Maximální hodnota pro kambizem modální v jehličnatém lese na sklonu 8° a více je 1619,98 cm).

Strukturu křivek kambizemě modální a oglejené můžeme vidět v přílohách 11 a 12. Průběh křivek kumulativní infiltrace je znázorněn ve dvou grafech ze stejného důvodu, jako tomu bylo u infiltrační rychlosti těchto dvou půdních subtypů. Tři kumulativní infiltrace se odlišují rozsahem hodnot. Jsou to infiltrace dosahující nejvyšších hodnot. Průběh kumulativní infiltrace je u všech segmentů obdobný. Průběh infiltrace se tvarem křivky blíží lineární přímce, pouze průběhy měření kambizemě modální nacházející se na louce sečené na sklonu 0 - 3° a 4 - 7° lze tvarem přirovnat logaritmické křivce.

Hodnoty kumulativní infiltrace na *kryptopodzolu modálním* jsou zobrazeny v tabulce 22. Pořadí segmentů hodnot průměrné, maximální i minimální kumulativní infiltrace není závislé na vegetačních poměrech, pouze na sklonu a je stejná jako u infiltrační rychlosti. Nejvyšší průměrné a maximální hodnoty kumulativní infiltrace se nacházejí na sklonu 8° a více a nejnižší průměrné a minimální hodnoty se vyskytují na segmentu se sklonem 4 - 7°.

Variabilita kumulativní infiltrace je zcela odlišná od infiltrační rychlosti (obrázek 35). Je zde vidět závislost na změně sklonu, ale ne na vegetačních poměrech. Minimální hodnota je podobná na všech segmentech a nalézá se

v rozmezí 0 - 50 cm. Maximální hodnota vzrůstá se zvyšováním sklonu, a tím narůstá i variabilita naměřených infiltrací (výjimkou jsou segmenty na sklonu 4 - 7°). Největší rozsah hodnot se nachází na sklonu 8° a více v jehličnatém lese a nejnižší variabilita na sklonu 4 - 7° v jehličnatém lese. Průběh kumulativní infiltrace je znázorněn v příloze 13. Všechny křivky mají podobný tvar, průběh hodnot připomíná lineární křivku.



Obrázek 35: Hodnoty průměrné, maximální a minimální kumulativní infiltrace segmentů v kryptopodzolu modálním v závislosti na rozdílném vegetačním pokryvu a sklonu svahu

5.3. Retenční potenciál

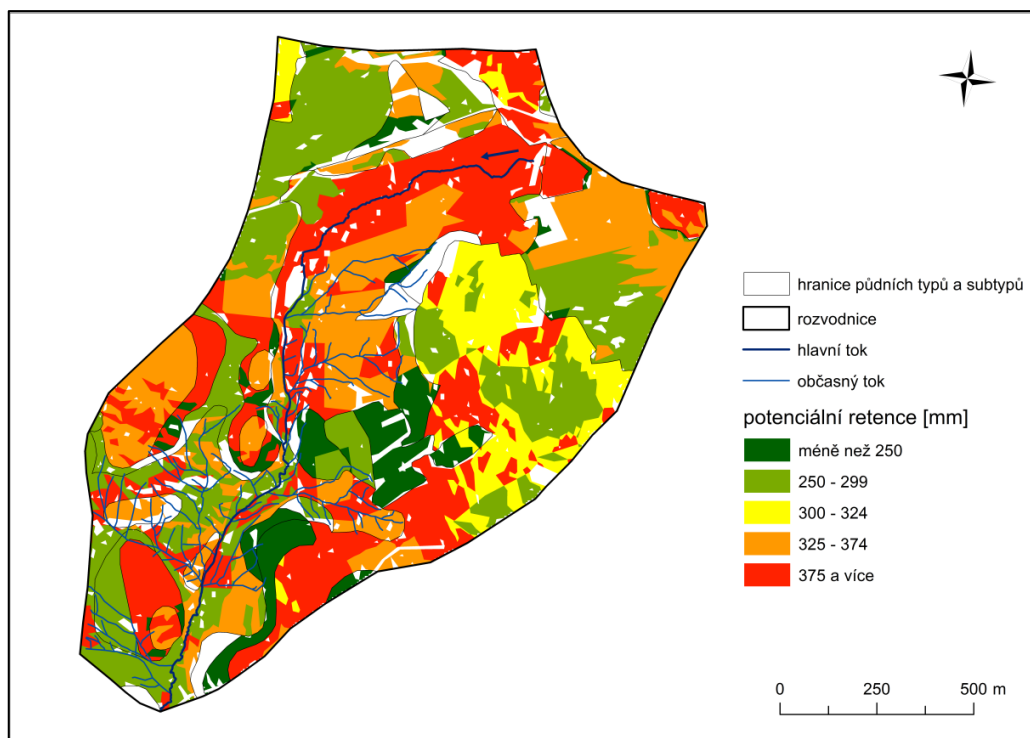
Retenční potenciál všech půdních subtypů a též i celkový za celé povodí je uveden v tabulce 24. Oglejené půdní subtypy jako pseudoglej modální, kambizem oglejená a stagnoglej modální mají nižší retenční potenciál. Naopak glej modální a histický spolu s kryptopodzolem modálním náleží do půdních subtypů s vyšší retenčním potenciálem. Pseudoglej modální má výrazně nižší hodnotu retenčního potenciálu než ostatní půdní subtypy a glej modální výrazně vyšší hodnotu.

Tabulka 24: Retenční potenciál jednotlivých půdních typů a subtypů

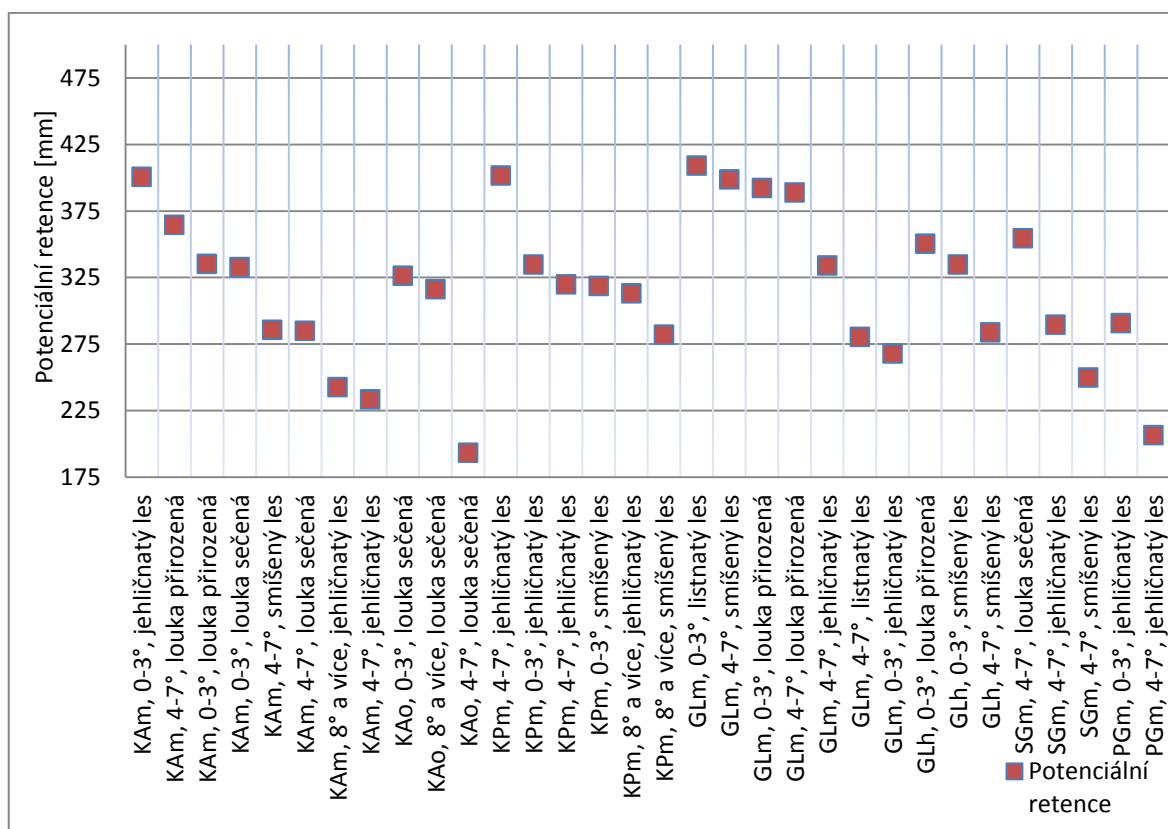
Půdní typ a subtyp	Retenční potenciál [mm]
Pseudoglej modální	165,60
Kambizem oglejená	278,36
Stagnoglej modální	297,77
Kambizem modální	309,85
Glej histický	322,75
Kryptopodzol modální	328,18
Glej modální	352,90
Celkový RP	327,24

Rozložení hodnot retenčního potenciálu je zobrazené na obrázku 36. Obrázek 37 zobrazuje výsledky retenčního potenciálu získané ve studii Královec et al. (2016) Závislost hodnot retenčního potenciálu na změně sklonu je popsána v následujících větách (obrázek 38). Vyšší hodnoty retenčního potenciálu se nacházejí na kategorii sklonu 0-3° na pseudogleji modálním, v gleji histickém, na kambizemi oglejené a modální. Výjimkou je kryptopodzol modální a glej modální, kde závislost hodnoty retenčního potenciálu na změnu sklonu téměř není. Segmenty s kategorií sklonu 8° a více mají většinou nižší retenční potenciál (kambizem modální a kryptopodzol modální). Segmenty s kategorií sklonu 4-7° zpravidla mají nižší retenční potenciál a segmenty na sklonu 0-3° vyšší, výjimkou je kryptopodzol modální a glej modální.

Závislost hodnot retenčního potenciálu na změně vegetačního krytu není velká. Glej histický a stagnoglej modální mají nejvyšší hodnoty retenčního potenciálu na lučním pokryvu a nejnižší hodnoty naopak na lesním. V kambizemi modální a kryptopodzolu modálním se nejvyšší hodnoty retenčního potenciálu nacházejí na vegetační kategorii jehličnatý les a u kambizemě modální se i nejnižší hodnoty retenčního potenciálu vyskytují na stejné vegetační kategorii. Segmenty, kde je vegetační kryt louka neudržovaná, mají nejvyrovnanější retenční potenciál, hodnoty jsou nejméně variabilní. I přes to, že se louka neudržovaná vyskytuje na třech odlišných půdních subtypech. Retenční potenciál u ostatních kategorií vegetačního krytu je velmi rozkolísaný. Největší variabilita hodnot retenčního potenciálu je v jehličnatém lese.



Obrázek 36: Mapa retenčního potenciálu povodí Tetřívčího potoka, zdroj: Kozáková (2018), DVEP Zbytiny (2018)



Obrázek 37: Hodnoty retenčního potenciálu všech segmentů půdních typů a subtypů na rozdílném vegetačním pokryvu a sklonu svahu

6. Diskuze

Hlavním cílem této práce bylo zhodnotit variabilitu vybraných fyzikálních a hydroopedologických charakteristik s ohledem na půdní typ, charakter vegetačního pokryvu a vlastnosti reliéfu, respektive sklon svahu.

6.1. Možná nejistota a chyby při měření a zpracování dat

Během práce mohly vzniknout možné nejistoty a chyby, které mohly nastat během preanalýzy, měření a odběru dat, zpracovávání vzorků a analýzy dat. V této práci byla použita především vlastní naměřená data a data převzatá z předešlých výzkumů, které proběhly v povodí Tetřívčího potoka, a též data vektorová a rastrová (viz kapitola 4.1). Převzatá data z DVEP Zbytiny (2018), konkrétně mapy půdních typů a vegetačních poměrů byly zkontrolovány v terénu před samotným měřením infiltrace a odběrem půdních vzorků pomocí Kopeckého válečků. Během terénních prací se vyskytlo několik nesrovnalostí:

- Na segmentu gleje modálního GLm4 se nacházela spíše kambizem glejová.
- Segment PGm4 se podle mapy vegetačního krytu měl nacházet na neudržované louce o rozloze větší než 2 500 m². Ve skutečnosti plocha segmentu byla mnohem menší (cca 10x4 m).
- Kryptopodzol modální, konkrétně segment KPm6, se podle mapy vegetačního pokryvu měl vyskytovat na louce sečené. Místo louky sečené zde roste jehličnatý les.

Tyto chyby v datech byly vyřešeny několika způsoby. Na segmentech nebyla data vůbec měřena a odebírána, a segmenty proto v práci nebyly použity (GLm4 a PGm4). Nebo segmenty byly ponechány za podmínky, že nesrovnalost v datech byla napravena přepsáním dané kategorie na aktuální stav (KPm6 – s kategorií jehličnatý les).

Odběr a měření dat v terénu, konkrétně u manuálně získaných dat, je zatíženo velkou pravděpodobností vzniku možné nejistoty a chyb. U půdních vzorků a infiltračních testů může chyba vzniknout odběrem nereprezentativního vzorku, respektive měřením infiltrační rychlosti na nereprezentativním stanovišti. Tato chyba

může být způsobena mnoha důvody - antropogenní zásah (změna pořadí horizontů, antropogenně vytvořený horizont nebo odvodňovací příkop atd.), heterogenita půdního prostředí, přírodní procesy (vývrát stromu), výskyt většího kamene nebo kořenu v půdním horizontu atd. Např. ve studii (Mello et al., 2012) potvrdili, že půdní podmínky jsou velmi variabilní a chování půd je často velmi těžko předpověditelné. Další míra nejistoty přibývá během odběru a měření dat. Chyba při odběru půdního vzorku pomocí Kopeckého válečku může vzniknout deformací půdní struktury, nedodržením předepsaného objemu válečku 100 cm³ atd. Používání deformovaných půdních vzorků nebo na jejich špatnou přípravu upozorňuje Lin, (2011), kde uvádí, že takové studie mohou podporovat významné odchylky v závěrech spojených se strukturou půdy, s makropóry a se specifickými charakteristikami každého z horizontů. Zpracovávání půdních vzorků v laboratoři je též zatíženo možným vznikem chyb, a to nedodržením správné metodiky. V laboratoři lze však zároveň snížit pravděpodobnost nejistoty. Při závěrečném měření hmotnosti půdních vzorků dochází k vyjmutí zeminy z Kopeckého válečků a lze zkontrolovat barvu horizontu (barva nese informaci o horizontech), výskyt většího kamene nebo kořene atd. Pokud byl nalezen nereprezentativní půdní vzorek, nebyl do práce zahrnut. Během měření infiltrační rychlosti může dojít k chybě v důsledku nedostatku infiltrometru (např. nutná kontrola těsnění před a během měření), špatné konstrukce a obsluhy přístroje atd.

Během analýzy dat (půdních vzorků i infiltračních testů) v programu Microsoft Excel jsem narazila na mnoho nesrovnalostí. Data získaná pomocí Kopeckého válečků jsem kontrolovala několika způsoby, např. horizonty daných půdních typů mají svoji charakteristickou hmotnost, existuje vztah mezi hodnotami PVK a MKVK, hodnoty MKVK a PVK z jednoho horizontu v daném segmentu by měly mít podobnou hodnotu atd. Během zpracování hodnot z Kopeckého válečků se ukázal odběr minimálně tří půdních vzorků jako velmi přínosný. Pokud jedna hodnota MKVK nebo PVK pro horizont v daném půdním segmentu se nezdála být správná, mohla se porovnat se dvěma zbylými hodnotami. Když se ukázalo, že hodnota je chybná, nebyla použita. Vždy pak zůstaly k dispozici další dvě správné hodnoty. Stále se zde však musí počítat s malou pravděpodobností, že jsem některá špatná data nevyřadila nebo naopak jsem vyloučila data správná.

6.2. Vyhodnocení maximální kapilární vodní kapacity a plné vodní kapacity

Zjistila jsem, že hodnoty MKVK a PVK jsou závislé na změně vegetačního krytu a sklonu svahu. Naměřená data jsou rozdílná, jak mezi jednotlivými půdními typy a subtypy, tak i mezi jednotlivými segmenty jednoho půdního typu či subtypu. Nejdříve se budu věnovat ***závislosti hodnot MKVK a PVK na vegetačním krytu***. Vegetační kryt ovlivňuje půdní poměry několika způsoby, především působí na půdu evapotranspirací, hydraulickým zdvihem, obsahem organických látek, kořenovým systémem atd. (Mello et al., 2012). Vegetační pokryv působí kořenovým systémem na půdní strukturu, velikost a tvar pórů. Objem, tvar a velikost půdních pórů má vliv na složení, množství a pohyb půdní vody (Kutílek, 1978), a tím i na hodnoty MKVK a PVK. Intenzivně zakořeněné kořeny prostupující půdním profilem a i přes nepropustné vrstvy dokáží zvýšit celkovou vodní kapacitu půdy (Hümann et al., 2011). Kořenový systém způsobuje vznik většího počtu makropórů, lesní půdy jsou proto velmi porézní (Schmocker-Fackel et al., 2007; Mello et al., 2012), oproti tomu travní porosty mají méně makropórů a jsou méně porézní (Hümann et al., 2011). Výsledky získané na půdním typu kambizemě modální potvrzují teorii, že v lesním pokryvu je mnoho preferenčních cest. Po odečtení hodnot PVK a MKVK vznikne hodnota objemu nekapilárních pórů, která je nejvyšší vždy v lesním pokryvu. Zvláště v horizontu A je závislost na vegetačním krytu velmi dobře patrná, tato hodnota je nejvyšší v lesním pokryvu, dále na neudržované louce a nejnižší na louce sečené. Nižší objem nekapilárních pórů na louce sečené může být způsoben utužením půdního povrchu, které často vzniká intenzivní kultivací půdy (Saha et al., 2015), nižší diverzitou rostlinného krytu atd. V půdním horizontu B již není pořadí segmentů striktně rozděleno nejdříve na louku neudržovanou a poté na louku sečenou. To by mohlo být způsobeno, tím, že v povodí Tetřívčího potoka na louce sečené nejsou pojezdy zemědělské techniky tak časté, a proto utužení nejspíše nebude tak velké a hluboké (viz výsledky infiltračních měření). V gleji modální i v gleji histickém je hodnota objemu nekapilárních pórů v lesní vegetaci většinou nejvyšší, ale zároveň i nejnižší.

Nejvyšší hodnoty PVK v kambizemi modální a v horizontu B v gleji modální a histickém se nacházejí v lesním pokryvu a nejnižší naopak na lučním. Lesní pokryv totiž pozitivně ovlivňuje retenční schopnost půd (Švihla et al., 2007) a v porovnání s lučním prostředím má vyšší retenci půd (Zhang et al., 2011). Gleje mají pouze jednu nebo dvě nejvyšší hodnoty PVK v lesním vegetačním pokryvu, oproti kambizemi

modální, která má v lesním vegetačním krytu vyšší polovinu hodnot PVK. V horizontech A v gleji modální a gleji histickém nastává situace, že hodnota PVK je nejvyšší a zároveň i nejnižší v lesním prostředí. To značí nižší závislost hodnot PVK na změnu vegetačního pokryvu než u kambizemě modální. Stupeň pórovitosti, a tím i hodnoty MKVK a PVK, jsou totiž dále ovlivňovány i dalšími faktory než jen vegetačním krytem - obsah humusu, skeletovitost, půdní struktura, utužování půdního povrchu (Suchara, 2007) nebo zrnitost (Klimo, 1996; Kutílek et al., 1993; Wang et al., 2016; Zangiabadi et al., 2017). Skeletovitost byla určena při odběru Kopeckého válečků (ve vykopané jámě) a zrnitost z půdní sondy. Z časových důvodů nebyla provedena zrnitostní analýza. Nyní, ale mohu říci, že zanalyzováním půdní zrnitosti by výsledky této práce byly přesnější a míra nejistoty nižší, při zjišťování závislosti hodnot MKVK, PVK i infiltračních a retenčních schopností na změnu vegetačního krytu a sklonu svahu.

Výsledky hodnot PVK a MKVK v půdním subtypu stagnoglej modální mají jiné pořadí segmentů v závislosti na vegetaci. Závislost hodnot na vegetačním krytu je zde viditelná, ale nejspíše to není hlavní příčina, která určila pořadí jednotlivých segmentů. Nejvyšší hodnota PVK se nalézá na louce sečené a nejnižší hodnota v jehličnatém lese. Nejspíše je to důsledek zrnitostního složení a skeletovitosti. Půdní horizonty v jehličnatém lese jsou hlinité, písčitohlinité, hlinitopísčité nebo jílovité s příměsí písku a skeletu. Půdní profily na louce sečené jsou jílovité nebo zrašelinělé a v lese smíšeném (střední hodnota PVK) jílovité a někdy s příměsí skeletu. Půda složená z malých částic má malý obsah pórů, ale velkou pórovitost. Naopak půdy s dominancí větších a velkých částic nebo s částicemi nepravidelně rozloženými mají velký obsah pórů, ale malou pórovitost (Klimo, 1996; Kutílek et al., 1993). Proto nejnižší objemový obsah vody se může nacházet v písčitých půdách, které mají největší částice (Wang et al., 2016). A skelet snižuje hodnotu pórovitosti (Suchara, 2007), tudíž i hodnotu PVK. Pojezdy zemědělské techniky na louce sečené mohou způsobovat utužení povrchu. Tento způsob využívání půdy by se měl projevit nižšími hodnotami PVK oproti lesní vegetaci, v tomto případě tomu, ale není.

Další závislost hodnot MKVK na změně vegetačního krytu lze vidět v půdních subtypech – stagnoglej modální, kambizem modální, glej modální a glej histický. V horizontu A je nejvyšší hodnota MKVK na lučním pokryvu a nejnižší na lesním (stagnoglej modální, kambizem modální), v horizontu B je pořadí opačné (stagnoglej modální, kambizem modální, glej modální a histický). I přes to, že se v kambizemi

modální (pouze horizont B) a gleji modálním nejvyšší hodnoty MKVK vyskytují v lesní vegetaci, hodnota objemu nekapilárních pórů je stále vyšší v segmentech s lesním pokryvem. Lesní půdy jsou více porézní a nalézají se v nich více gravitačních pórů a makropórů (viz výše). Proto není zvláštní, když vyšší hodnota MKVK se nachází na lučním pokryvu (horizont A v kambizemi modální, stagnogleji modální). Ale jak vysvětlit vyšší hodnotu objemu nekapilárních pórů, která se nalézají na lučním pokryvu (horizont B stagnogleje modálního, oba horizonty gleje modálního a horizont B gleje histického)? Příčina vyšších hodnot může být v zrnitostním složení, půdní struktuře, kořenovém systému, biologické činnosti, utužením půdního povrchu atd. V tomto případě lze nejspíše vysvětlení nalézt v zrnitostním složení, které je složené z větších částí (a tím pádem i větších pórů), než je tomu u ostatních segmentů. Glej histický je na tomto segmentu písčité, zbylé segmenty mají jílovité horizonty. Horizont A v gleji modální na tomto segmentu je převážně zrašelinělý, nebo též hlinitý, zbylé území je jílovité; horizont B je nejčastěji písčité s příměsí skeletu. Půdní prostředí je velmi heterogenní a komplikované, stejně jako vztah půda-voda (Tesař et al., 2001), nebo interakce vegetačního a půdního krytu v hydrologickém směru (Yu et al., 2018; Hümann et al., 2011), a proto není jednoduché najít odpovědi na všechny nejasnosti.

Nyní se budu věnovat **závislosti hodnot MKVK a PVK na sklonu svahu**, která je patrná na všech půdních typech a subtypech, kromě stagnogleje modálního, který má všechny segmenty na stejném sklonu. Hodnoty PVK se snižují i zvyšují v závislosti na sklonu svahu v každém půdním subtypu různě. Zamazalová (2014) uvádí, že sklon svahu ovlivňuje vývoj a hloubku půdního profilu, obsah půdní vlhkosti, povrchový odtok, půdní erozi atd. Ve svažitém reliéfu půdy bývají méně vyvinuté (vyšší hodnota skeletu) a mělké. Na rovinném reliéfu naopak dochází ke stálému vývoji půdního i vegetačního pokryvu (Zamazalová, 2014). Všechny segmenty se sklonem svahu 8° a více nacházející se v kambizemi modální a oglejené a kryptopodzolu modálním mají většinou nejvyšší nebo téměř nejvyšší hodnoty PVK a objem nekapilárních pórů (kromě segmentu KPm2 v kryptopodzolu modálním v jehličnatém lese, viz níže). V půdních subtypech kambizem oglejená, v horizontu A v kryptopodzolu modálním (též výjimka segment KPm2), v horizontu B v gleji histickém a v pseudogleji modálním se hodnoty PVK zvyšují spolu se zvětšujícím se sklonem. V kambizemi oglejené je závislost hodnot PVK a MKVK na sklonu velmi zřetelná. Se zvětšujícím se sklonem dochází k velkému zvyšování hodnoty PVK, protože nejvyšší hodnota MKVK a zároveň objem nekapilárních pórů se nacházejí na sklonu 8° a více. V kryptopodzolu modálním v horizontu A se hodnoty PVK zvyšují v závislosti na

zvyšujícím se sklonu, kromě segmentu KPm2. Proč se hodnota PVK v segmentu KPm2 nevyskytuje na nejvyšších místech jako je tomu u segmentů s tímto sklonem u ostatních půdních subtypů? Odpověď není zcela jasná. Půdní podmínky na tomto segmentu mohly být velmi odlišné v porovnání s ostatními segmenty (zrnitostní složení, vyšší skeletovitost atd.). Též mohlo dojít k nepřesnosti při odebírání nebo zpracovávání půdního vzorku v laboratoři.

V horizontu A v gleji histickém se hodnota PVK i MKVK zvyšuje zároveň se snižováním sklonu svahu. Hodnota objemu nekapilárních pórů se zvyšuje spolu s vyšším sklonem svahu. Pořadí hodnot PVK je tedy opačné, než v kambizemi modální a oglejené a kryptopodzolu modálním. Způsobeno je to nejspíše změnou půdního druhu. Glej histický má vrchní horizonty A zrašelinělé. V podmínkách dlouhodobého převlhčení vznikají rozkladem organické hmoty rašelinné horizonty (Němeček, 2004). Na rovinném reliéfu v gleji histickém je objem nekapilárních pórů nižší. Mohlo by to být způsobeno vyšší fází rozkladu organických zbytků (a tím pádem i nižší pórovitostí) v důsledku dlouhodobějšího vývinu půdy (Zamazalová, 2014) na rovinném reliéfu. Půdy s dominancí malých pórů mají nejvyšší pórovitost (Klimo, 1996; Kutílek et al., 1993; Wang et al., 2016), která je podobná hodnotě PVK. Nejvyšší hodnota PVK v gleji histickém se proto nachází v segmentu na sklonu do 3°. V horizontu B v gleji histickém je pořadí segmentů v závislosti na sklonu svahu opačné, než v horizontu A, ve všech třech řadách (MKVK, PVK, objem nekapilárních pórů). Hodnoty PVK a MKVK se zvyšují spolu se zvyšujícím se sklonem svahu a objem nekapilárních pórů se snižuje. Segment na svažitém reliéfu je v horizontu B totiž převážně jílovitý a na mírnějším sklonu je písčitý. Proto nejvíce nekapilárních pórů má segment na mírném svahu a zároveň má nejnižší hodnotu PVK.

V kambizemi modální a v gleji modálním se objevuje i dvojitá závislost dat. Se změnou hodnot PVK a MKVK se mění vegetační kryt zároveň se sklonem. To jsou velmi zajímavé výsledky. Bylo by přínosné tuto dvojitou závislost ještě hlouběji prověřit větším počtem půdních vzorků a zjistit její přesnou příčinu - zda zde opravdu existuje tak komplikovaný vztah, nebo zda je způsobena například změnou půdní zrnitosti, struktury aj.

6.3. Infiltrace

Infiltrační testy byly prováděny pouze na kambizemi modální a oglejené a v kryptopodzolu modálním. Je potřeba poznamenat, že infiltrační schopnost nebyla měřena v jednom dni, a proto počátky infiltračních testů mohou být ovlivněny rozdílnou meteorologickou situací, hodnoty nasycené hydraulické vodivosti by to již ovlivnit nemělo. Procesu infiltrace se účastní vsakující se voda, ale i kapilární voda nacházející se v půdním profilu (Kutílek, 1978). A proto infiltrační testy nebyly prováděny po nebo během velkých srážkových úhrnů, aby výsledky byly počasím ovlivněny co nejméně. Na rychlost infiltrace působí intenzita a délka trvání deště, půdní vlastnosti, především struktura, nekapilární póry, preferenční cesty, množství skeletu, objem vody a vzduchu v pórech atd., kořenový systém (Vičanová et al., 2010), reliéf a mikroreliéf, antropogenní činnost aj. (Liu et al., 2011). Intenzitu deště lze v této práci zanedbat, protože infiltrace byla měřena výtopovou metodou o stejném objemu vody.

Výsledky infiltračních měření ukázaly, že průměrná infiltrační rychlost byla nejvyšší v kryptopodzolu modálním (i přes značnou skeletovitost půdních profilů), měl cca o polovinu vyšší hodnoty než obě kambizemě. Nejnižší průměrná infiltrační rychlost byla naměřena v kambizemi modální. Proč jsou průměrné hodnoty infiltrační rychlosti pro kambizem modální nižší, než v kambizemi oglejené? Nejspíše je to způsobeno půdními vlastnostmi. Písečné půdy totiž mají vysokou infiltrační schopnost, hlinité střední a jílovité půdy jsou naopak nepříznivé pro pohyb vody (Jiang et al., 2005; Šefrna, 2004). Půdní profily kambizemě oglejené jsou převážně písčitohlinité (do cca 60 až 70 cm) a kambizem modální je má především hlinité. Dále kambizem oglejená má nižší podíl skeletu. Ale zároveň na kambizemi oglejené (dva ze tří segmentů) lze na počátku křivek infiltrační rychlosti vidět, že hodnota se s postupem času nezpomaluje (jak je tomu u ostatních půdních subtypů), ale zrychluje. Tyto segmenty se nacházejí na louce sečené, a proto příčina mohla být v existenci povrchové zhutnělé vrstvy (vzniklé pojezdy zemědělské techniky). Vliv mohla mít též aktuální meteorologická situace. Vysoké hodnoty infiltrační rychlosti na kryptopodzolu modálním by mohly být způsobeny vysokou kyprostí půdních profilů a lesním vegetačním pokryvem. Hodnota PVK i objem nekapilárních pórů je vyšší než u kambizemě modální a oglejené. Půdní profily v lesním pokryvu navíc obsahují velké množství preferenčních cest (Hümann et al., 2011; Saha et al., 2015). Mello et al.,

(2012) ve své studii uvedl, že naměřil vyšší hodnotu nasycené půdní hydraulické vodivosti (lze ji odvodit z infiltrační rychlosti) v lese, než na území s pastvinami.

Ve všech třech půdních subtypech se nejvyšší průměrné hodnoty infiltrační rychlosti nachází na segmentech, kde je velmi vysoký podíl objemu nekapilárních pórů (KPm1 a 2, KAm1, KAo3). To jen potvrzuje teorii, že infiltrace vody do půdního profilu probíhá převážně v nekapilárních pórech (Weiler et al., 2003; Saha et al., 2015). Zároveň je zde závislost hodnot infiltrační rychlosti na sklonu svahu, protože tyto segmenty se nacházejí na nejvyšší kategorii sklonu svahu (8° a více). U všech třech půdních subtypů je zde závislost hodnot infiltrační rychlosti na sklonu svahu. Nejvyšší hodnoty průměrné infiltrační rychlosti se nacházejí na sklonu 8° a více, střední hodnoty většinou na 0-3° a nejnižší na sklonu 4-7°. Vliv sklonu svahu na infiltraci nebyl zatím zcela objasněn a předchozí studie si protiřečí (Morbideilli et al., 2016). Zheng (2017) ve své studii uvádí, že hodnota infiltrace se zvyšovala se zvyšujícím se úhlem sklonu. Větší část studií se ale přiklání k opačnému názoru, že s rostoucím úhlem sklonu, rychlost infiltrace klesá (Morbideilli et al., 2015; Morbideilli et al., 2016; Morbideilli et al., 2018; Fox et al., 1997). To je ale v rozporu s naměřenými výsledky v této práci. Fox et al. (1997) uvádí, že snižování infiltrační schopnosti půd se zvyšujícím se sklonem může způsobovat kratší doba zadržení dešťových srážek na povrchu půdy, protože strmější svah způsobuje rychlejší proudění povrchové vody. Naopak na rovinném reliéfu je rychlost odtoku nižší. V této práci byly infiltrační testy prováděny výtopovou metodou, a proto teorie předešlé studie pravděpodobně nelze aplikovat na zjištěné výsledky v této práci. Definovat rozložení hodnot infiltrační rychlosti v závislosti na sklonu svahu je složité. Např. Morbideilli et al. (2018) uvádí, že nejednoznačnost dosavadních výsledků vlivu sklonu svahu na infiltrační schopnosti je pravděpodobně způsobena faktem, že experimentální měření byla prováděna za nestejných faktorů, které infiltrační schopnosti půdy ovlivňují.

Nejnižší a nízké průměrné hodnoty infiltrační rychlosti se většinou nenacházejí na segmentech, které mají nízký objem nekapilárních pórů. Větší vliv zde má zrnitost a obsah skeletu v půdním profilu (segmenty KAm8 a 9, KPm5 a 6). Vysokou hodnotu průměrné infiltrační rychlosti má segment kambizemě modální na louce neudržované se sklonem 0-3°. Hodnota objemu nekapilárních pórů i PVK jsou nízké. Vyšší infiltrační rychlost je nejspíše způsobena zrnitostí půdy, protože oproti ostatním segmentům, kde je půdní profil většinou hlinitý, zde je hlinitý až převážně hlinitopísčité. Hlinitopísčité půdy mají větší částice, než půdy hlinité, proto mají větší póry a hodnota infiltrační rychlost je vyšší (Jiang et al., 2005).

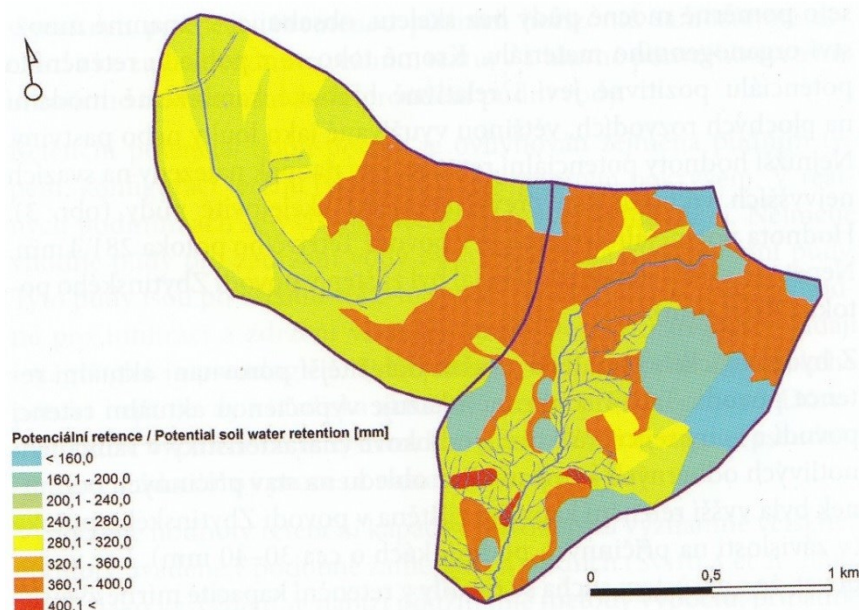
6.4. Retenční potenciál

Retenční potenciál půd je ovlivňován několika charakteristikami – hodnotou skeletovitosti, hodnotou PVK a hloubkou půdního profilu. Z výsledků je patrné, že hodnoty retenčního potenciálu se mění v závislosti na změně vegetačního krytu a sklonu svahu. Změnu hodnot retenčního potenciálu v souvislosti se změnou sklonu svahu lze nalézt na všech půdních subtypech, kromě stagnogleje modálního (pouze jedna kategorie sklonu), gleje modálního, téměř i kryptopodzolu modálního. Nejvyšší hodnoty retenčního potenciálu se v jednotlivých půdních subtypech nejčastěji nacházejí na segmentech se sklonem 0-3°. Pokud se v půdním subtypu nacházejí segmenty se sklonem 8° a více, jsou to místa s nejnižším nebo velmi nízkým retenčním potenciálem. Pokud ne, nejnižší retenční potenciál se zpravidla nachází v segmentech se sklonem 4-7°. Z výsledků vyplývá, že území s vyšším sklonem svahu má většinou i nižší retenční potenciál. To potvrzuje i Fox et al. (1997), který ve své studii uvedl, že s rostoucím úhlem sklonu svahu se též snižuje celková retenční schopnost půdy. Ve svažitém reliéfu půdy bývají méně vyvinuté a mělké (Zamazalová, 2014), a proto zpravidla nemívají velkou retenční schopnost.

Závislost hodnot potenciální retence na změně vegetačního krytu není velká. Glej histický a stagnoglej modální mají nejvyšší hodnoty retenčního potenciálu na lučním pokryvu a nejnižší hodnoty naopak na lesním. To je v rozporu s následujícími studiemi - Zhang et al. (2011) uvedl, že půdy na lesním pokryvu mají vyšší retenční schopnost, než půdy s keřovým a travním pokryvem. Nejvyšší hodnota retenčního potenciálu v gleji histickém je pravděpodobně způsobena vyšší hodnotou PVK a hlubším půdním profilem a ve stagnogleji modálním má segment na louce sečené více jílovitý půdní profil, než ostatní segmenty. Zrnitost ovlivňuje retenční schopnost půd (Suchara, 2007). Písečné půdy mají nízkou retenci vody a jílovité půdy mají vysokou retenci (Jiang et al., 2005; Šefrna, 2004; Wang et al., 2016). Naopak v kambizemi modální a kryptopodzolu modálním se nejvyšší hodnoty retenčního potenciálu nacházejí na vegetační kategorii jehličnatý les. Pro kambizem modální se i nejnižší hodnoty retenčního potenciálu nacházejí v lese jehličnatém. Segment v jehličnatém lese na kambizemi modální má totiž vyšší sklon svahu a velmi vysokou skeletovitost. Vysoká skeletovitost může snížit schopnost retence půd až o několik desítek procent (Orfánus et al., 2012).

Segmenty s vegetačním krytem louka neudržovaná mají nejvyrovnanější retenční potenciál, hodnoty jsou nejméně variabilní, i přes to, že se louka

neudržovaná vyskytuje na třech odlišných půdních subtypech. Může to být způsobeno tím, že charakteristiky ovlivňující retenční potenciál jsou na tomto vegetačním porostu vyrovnané - skletovitost (5 - 10 %) a sklonitost (0-7°). Retenční potenciál u ostatních kategorií vegetačního krytu je velmi rozkolísaný. Největší rozkolísanost hodnot retenčního potenciálu je v jehličnatém lese, pravděpodobně protože tento vegetační pokryv pokrývá pět půdních subtypů, nachází se na všech kategoriích sklonu a rozmezí skletovitosti je velké, od 5 do 25 %.



Obrázek 38: Mapa retenčního potenciálu povodí Tetřívčího a Zbytinského potoka z roku 2016, zdroj: Královec et al. (2016)

Pro povodí Tetřívčího potoka již byl i dříve počítán retenční potenciál, byla zjištěna hodnota 283,6 mm (DVEP Zbytiny, 2018). V této práci byla vypočtena hodnota retenčního potenciálu pro povodí Tetřívčího potoka též - 327,24 mm, hodnota je cca o 15 % vyšší, než předcházející. Ve studii Královce et al. (2016) byla vytvořena mapa znázorňující retenční potenciál. Retenční potenciál v obou mapách má rozdílné i podobné hodnoty. Hodnoty retenčního potenciálu z roku 2016 mají navíc vyšší variabilitu než hodnoty z roku 2018 - mají vyšší maximální hodnoty i nižší minimální hodnoty. Data na výpočet retenčního potenciálu v této práci byla odebírána v závislosti na změně půdního subtypu, vegetačního pokryvu a sklonu svahu a na zcela jiných lokalitách, než v předcházející studii. To mohlo způsobit odlišné hodnoty retenčního potenciálu v obou mapách i v celkovém retenčním potenciálu. Mapa v této práci má též vyšší počet polygonů, což je způsobeno prostorovou variabilitou tří

faktorů – sklonem svahu, půdními a vegetačními poměry a nejspíše i vyšším počtem odběrných míst.

Rozdílné hodnoty retenčního potenciálu, které byly zjištěny v roce 2016 a v roce 2018, mohou být též způsobeny rozdílnou hodnotou PVK a hodnotou skeletovitosti. Hodnoty retenčního potenciálu v půdním subtypu kryptopodzol modální spočítané v této práci jsou oproti roku 2016 vyšší. Vliv na rozdíl může mít variabilita půdního prostředí - změna hloubky půdního profilu, hodnoty skeletovitosti, objemu kapilárních i nekapilárních pórů, a tím i změna hodnoty PVK. Na obou mapách retenčního potenciálu jsou i místa s podobnými hodnotami retenčního potenciálu - v pramenné oblasti a kolem horního toku (glej modální) a na SV, J, Z povodí (kambizem modální) se nacházejí místa s vyššími hodnotami retenčního potenciálu; ve východní (kryptopodzol modální a kambizem modální), střední (stagnoglej modální), jižní (glej modální) a severní části (kambizem oglejená) se vyskytují nižší hodnoty; a ve východní části povodí střední hodnoty retenčního potenciálu.

7. Závěr

Variabilita vybraných hydropedologických charakteristik byla zkoumána v povodí Tetřívčího potoka v pramenné oblasti řeky Blanice. Zkoumáno bylo pět půdních typů a sedm subtypů. V každém půdním subtypu bylo nalezeno určité množství vhodných segmentů, kde byla data naměřena. V práci byla použita převážně data získaná vlastním terénním měřením. Tyto segmenty se na jednotlivých půdních subtypech odlišovaly vegetačním pokryvem a sklonem svahu. Mezi zkoumané hydropedologické charakteristiky patří – maximální kapilární vodní kapacita (MKVK), plná vodní kapacita (PVK), infiltrace (infiltrační rychlost a kumulativní infiltrace) a retenční potenciál.

Cílem práce bylo zjistit, zda vybrané hydropedologické charakteristiky jsou závislé na změně vegetačního pokryvu a sklonu svahu. Z výsledků práce se závislost hydropedologických charakteristik prokázala. Míra závislosti byla různá, vyšší, nižší nebo i nulová. U všech půdních subtypů záleželo na kombinaci kategorií dvou faktorů - vegetační pokryv a sklon svahu. Též závislost jednotlivých hydropedologických charakteristik na změně vegetačního krytu a sklonu svahu byla rozdílná u všech daných půdních subtypů.

Z výsledků vyplývá, že lesní a luční pokryv většinou dosahují rozdílných hydropedologických hodnot. Velmi důležitá je existence preferenčních cest v půdním profilu. Preferenční cesty ovlivnily do určité míry výsledky všech hydropedologických charakteristik. Dále lze z výsledků vyčíst vysokou závislost na změně sklonu svahu u hodnot infiltrační rychlosti a retenčního potenciálu. Závislost hodnot PVK a MKVK na sklonu svahu je rozdílná v každém půdním subtypu. V kambizech modálních a v glejích modálních se objevuje i dvojitá závislost dat. Se změnou hodnot PVK a MKVK se mění vegetační kryt zároveň se sklonem.

Během zhodnocování všech výsledků bylo zjištěno, že hodnota skeletovitosti a především půdní zrnitosti má často značný vliv na hodnoty hydropedologických charakteristik. Velikost zrn ovlivňuje jednotlivé póry, hodnotu pórovitosti (Klimo, 1996;), a tím i infiltrační a retenční schopnosti půd (Jiang et al., 2005; Kutílek et al., 1993; Wang et al., 2016; Zangiabadi et al., 2017), hodnotu PVK a MKVK (Suchara, 2007). Vysoká skeletovitost může snížit schopnost retence půd až o několik desítek procent (Orfánus et al., 2012). Na půdních vzorcích nebyla provedena zrnitostní analýza, ale pouze odhad zrnitosti získaný během popisu půdní sondy, který není

zcela přesný. Provedená zrnitostní analýza by určitě dokázala více objasnit výsledky této práce.

Zjištěné výsledky této práce mohou být prospěšné při řešení odtokových poměrů povodí Tetřívčího potoka. Všechny zkoumané hydropedologické charakteristiky ovlivňují do určité míry odtokový režim povodí - hodnoty MKVK a PVK vypovídají o půdních vlastnostech (zrnitost, pórovitost, struktura, skeletovitost atd.), které ovlivňují infiltrační a retenční schopnosti půd. Z výsledků této práce je zřejmé, že variabilita půd a jejich vlastností v povodí Tetřívčího potoka je velká a míra infiltrační a retenční schopnosti půd, a tím i odtokových poměrů povodí, je závislá na kombinaci mnoha faktorů. Půdní prostředí je totiž velmi heterogenní a komplikované, a i proto nejsou dosud objasněny všechny odpovědi na otázky týkající se vztahu pedologických a hydrologickým poměrů (Mello et al., 2012; Lin, 2011; Tesař et al., 2001) nebo interakce vegetačního a půdního pokryvu v hydrologickém směru (Yu et al., 2018; Hümann et al., 2011). I přes to doufám, že výsledky této práce zlepší dosavadní informace o odtokových poměrech, pomohou a budou využity při dalších studiích v povodí Tetřívčího potoka.

8. Literatura

ALLEN, T. F. H., ALLEN, P. C., WIXON, D. L. (2009): Hierarchy theory in hydrogeology. Hydrology and Earth System Sciences Discussions. 28 p.

BÍNA J., DEMEK, J. (2012): Z nížin do hor: geomorfologické jednotky České republiky. Academia.

BRONSTERT, A., (2003): Floods and climate change: interactions and impacts. Risk Anal. 12 p., 545–557.

CÍSLEROVÁ, M. (2003): Preferenční proudění ve vadózní zóně a formování hydrogramu odtoku. In: Hydrologie půdy v malém povodí. Ústav pro hydrodynamiku AVČR. 7 s., 103–110.

DRBAL, J. (1986): Geologie a půdoznalství III: určeno pro stud. oboru zeměd. meliorace. B, Půdoznalství. Videopress MON, Praha. 175 s.

FOX, D.M., BRYAN, R.B., PRICE, A.G. (1997): The influence of slope angle on final infiltration rate for interrill conditions. Geoderma, 13 p., 181-194.

GERKE, K. M., SIDLE, R. C., MALLANTS, D. (2015): Preferential flow mechanisms identified from staining experiments in forested hillslopes. Hydrological Processes. 16 p., 4562-4578.

HINTNAUS, I. (2008): Změny ve vývoji krajiny v pramenné oblasti Blanice. Bakalářská práce. Karlova Univerzita v Praze. Přírodovědecká fakulta, Praha. 59 s.

HINTNAUS, I. (2011): Vliv sněhové pokrývky na odtok vody z povodí v zalesněném a nezalesněném prostředí. Diplomová práce. Karlova Univerzita v Praze. Přírodovědecká fakulta, České Budějovice. 143 s

HÜMANN, M., SCHÜLER, G., MÜLLER, C., SCHNEIDER, R., JOHST, M., CASPARI, T. (2011): Identification of runoff processes—The impact of different forest types and soil properties on runoff formation and floods. Journal of Hydrology. p. 637-649.

JANSKÝ, B. (2004): Retence vody v povodí. Sborník příspěvků semináře grantu GAČR 205. 12 s.

JARVIS, N., KEOSTEL, J., LARSBO, M. (2016): Understanding preferential flow in the vadose zone: Recent advances and future prospects. Vadose Zone Journal. 11 p.

JIANG, P. F.; LEI, T. W.; BRALTS, V. F.; LIU, H. (2005): The interactive effects of emitters and soil textures on soil water movement under the negatively pressurized irrigation system. ASAE Annual International Conference. American Society of Agricultural and Biological Engineers. 15 p.

- KALKUS, J. (2016): Vliv odvodňovacích příkopů na hydrlogický režim lesního povodí. Diplomová práce. Karlova Univerzita v Praze. Přírodovědecká fakulta, Praha. 87 s.
- KLIMENT, Z., KRÁLOVEC, V., MALÝ, A., MATOUŠKOVÁ, M., ČESÁK, J. (2011): Experimentální párová povodí Zbytiny. In: Šír, M., Tesař, M. (2011): Hydrologie malého povodí. Ústav pro hydrodynamiku AVČR. s. 249-258.
- KLIMENT, Z., MATOUŠKOVÁ, M. (2009): Runoff changes in the Šumava Mountains (Black Forest) and the foothill regions: extent of influence by human impact and climate change. Water resources management. p. 1813-1834.
- KLIMO, E. (1996): Lesnická pedologie. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno. 256 s.
- KOCUM, J. (2012): Tvorba odtoku a jeho dynamika v pramenné oblasti Otavy. Disertační práce. Karlova Univerzita v Praze. Přírodovědecká fakulta, Praha. 203 s.
- KODYM, O. (1961): Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1:200 000 M-33-XXVI Strakonice. ÚÚG. 150 s.
- KOVAŘÍČEK, P., ŠINDELÁŘ, R., HŮLA, J., HONZÍK, I. (2008): Measurement of water infiltration in soil using the rain simulation method. Research in Agricultural Engineering. p. 123-129.
- KRÁLOVEC, V. (2011): Metody hodnocení rozdílného vlivu krajinného pokryvu na odtokový proces v pramenných oblastech. 23. mezinárodní konference mladých hydrologů.
- KRÁLOVEC, V., KLIMENT, Z., HINTNAUS, I., MATOUŠKOVÁ, M. (2015): Evaluation of runoff response on the base of comparative paired catchment research in mountain catchments with the different land use. Case study of the Blanice River, Czechia. In: Geografie. 15 p.
- KRÁLOVEC, V., KLIMENT, Z., VLČEK, L. (2016): Evaluation of soil water retention in forest and non-forest environment. Reports of forestry research-zprávy lesnického výzkumu. p. 181-189.
- KŘÍŽ, H. (1983): Hydrologie podzemních vod. Academia, Praha. 292 s.
- KUTÍLEK, M. (1978): Vodohospodářská pedologie. SNTL, Praha. 275 s.
- KUTÍLEK, M., CÍSLEROVÁ, M., KURÁŽ, V. (1993): Hydropedologie. ČVUT, Praha. 150 s.
- KUTÍLEK, M., NIELSEN, D. (1994): Soil hydrology. Catena Verlag, Praha. 370 s.

- LÉTAL, A. (2010): Retention in the floodplain forest in Litovelské Pomoraví. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis – Geographica*. 53–64 s.
- LICHNER, Ľ., ŠÍR, M., TESAŘ, M. (2004): Testování retenční schopnosti půdy. *Aktuality Šumavského výzkumu II.*, 4. – 7. 10. 2004. 63–67 s.
- LIN, H. (2011): Hydropedology: towards new insights into interactive pedologic and hydrologic processes across scales. *Journal of Hydrology*. p. 141-145.
- LIN, H. (2003): Hydropedology: bridging disciplines, scales, and data. *Vadose Zone Journal*. p. 1-11.
- LIN, H., BOURMA, J., PACHEPSKY, Y., WESTERN, A., THOMPSON, J., VAN GENUCHTEN, R., LILLY, A. (2006): Hydropedology: Synergistic integration of pedology and hydrology. *Water Resources Research*. 13 p.
- LIU, H., LEI, T. W., ZHAO, J., YUAN, C. P., FAN, Y. T., QU, L. Q. (2011): Effects of rainfall intensity and antecedent soil water content on soil infiltrability under rainfall conditions using the run off-on-out method. *Journal of Hydrology*. p. 24–32.
- MALÝ, A. (2009): Vliv rozdílného využití krajiny na srážko-odtokový proces v experimentálních povodích Zbytiny. Diplomová práce. Karlova Univerzita v Praze. Přírodovědecká fakulta, Praha. 151 s.
- MAO, J., NIEROP, K. G., RIETKERK, M., DAMSTÉ, J. S. S., DEKKER, S. C. (2016): The influence of vegetation on soil water repellency-markers and soil hydrophobicity. *Science of the Total Environment*. p. 608-620.
- MATULA, S., SEMOTÁN, J., VESELÁ, J. (1989): *Hydropedologie - praktikum*. ČVUT, Praha. 144 s.
- MELLO, C. R. D., CURI, N. (2012): Hydropedology. *Ciência e Agrotecnologia*. p. 137-146.
- MORAVEC, D., VOTÝPKA, J. (1998): *Klimatická regionalizace České republiky*. Karolinum, Praha. 87 s.
- MORBIDELLI, R., SALTALIPPI, C., FLAMMINI, A., CIFRODELLI, M., CORRADINI, C., GOVINDARAJU, R. S. (2015): Infiltration on sloping surfaces: Laboratory experimental evidence and implications for infiltration modeling. *Journal of Hydrology*. p. 79-85.
- MORBIDELLI, R., SALTALIPPI, C., FLAMMINI, A., CIFRODELLI, M., PICCIAFUOCO, T., CORRADINI, C., GOVINDARAJU, R. S. (2016): Laboratory investigation on the role of slope on infiltration over grassy soils. *Journal of Hydrology*. p. 542-547.

MORBIDELLI, R., SALTALIPPI, C., FLAMMINI, A., GOVINDARAJU, R. S. (2018): Role of slope on infiltration: a review. *Journal of Hydrology*. 9 p.

NĚMEČEK, J. et al. (2011): Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. Česká zemědělská univerzita, Praha. 94 s.

NETOPIIL, R. (1970): Základy hydrologie povrchových a podpovrchových vod. Státní pedagogické nakladatelství, Praha. 212 s.

NOGUCHI, S., NIK, A. R., KASRAN, B., TANI, M., SAMMORI, T., MORISADA, K. (1997): Soil physical properties and preferential flow pathways in tropical rain forest, Bukit Tarek, Peninsular Malaysia. *Journal of Forest Research*. p. 115-120.

NYPL, V., KURÁŽ, V. (1992): Hydrologie a pedologie. Ediční středisko VŠCHT, Praha. 143 s.

ORFÁNUS, T., BEDRNA, Z. (2012): Nová klasifikácia pôdnej textúry a jej význam pre hydropedológiu. Časť II. Hydropedologické aplikácie. *Acta Hydrologica Slovaca*. 9–18 s.

OTALVARO, I. F., NETO, M. P. C., DELAGE, P., CAICEDO, B. (2016): Relationship between soil structure and water retention properties in a residual compacted soil. *Engineering Geology*. p. 73-80.

QUITT, E. (1971): Klimatické oblasti Československa. Geografický ústav ČSAV, Brno. 73 s.

RABOT, E., WIESMEIER, M., SCHLÜTER, S., VOGEL, H. J. (2018): Soil structure as an indicator of soil functions: A review. *Geoderma*. p. 122-137.

ROUSSEVA, S., TORRI, D., PAGLIAI, M. (2002): Effect of rain on the macroporosity at the soil surface. *European journal of soil science*. 83–93 p.

SAHA, D., KUKAL, S. S. (2015): Soil Structural Stability and Water Retention Characteristics Under Different Land uses of Degraded Lower Himalayas of North-West India. *Land degradation & development*. p. 263-271.

SCHMOCKER-FACKEL, P., NAEF, F., SCHERRER, S. (2007): Identifying runoff processes on the plot and catchment scale. *Hydrology and Earth System Sciences*. 891-906 p.

SUCHARA, I. (2007): Praktikum vybraných ekologických metod. Karolinum, Praha. 134 s.

ŠANDA, M., HRNČÍŘ, M., NOVÁK, L., CÍSLEROVÁ, M. (2006): Vliv půdního profilu na srážkoodtokový proces. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*. 183–191 s.

ŠEFRNA, L. (2004): Pedologická charakteristika povodí Otavy ve vztahu k povodím. Sborník příspěvků GAČR. 205 s.

ŠÍR, M., LICHNER, Ľ., SYROVÁTKA, O. (2004): Vegetační porost krajiny a vodní hospodářství. In: Vodní hospodářství. 234 – 237 s.

ŠVIHLA, V., ŠACH, F., KULHAVÝ, Z., KANTOR, P. (2007): Vyhodnocení hydropedologického průzkumu na experimentálním lesohydrologickém objektu Deštná stráň v Orlických horách. Zprávy lesnického výzkumu. s. 27-36.

TESAŘ, M., ŠÍR, M., SYROVÁTKA, O., BAYER, T. (2001): Dešťový odtok z malého horského povodí. In: Sborník konference „IX Posterový deň s medzinárodnou účasťou: Transport vody, chemikálií a energie v systéme pôda-rastlina-atmosféra“. 11 s.

TOLASZ, R. et al. (2007): Atlas podnebí Česka. ČHMU Praha a UP Olomouc. 256 s.

TOMÁŠEK, M. (2000): Půdy České republiky. Český geologický ústav, Praha. 67 s.

VALLA, M. (2007): Pedologické praktikum. Česká zemědělská univerzita v Praze. Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Praha. 151 s.

VLČEK, L. (2008): Retence vody organozemí. Bakalářská práce. Karlova Univerzita v Praze. Přírodovědecká fakulta, Praha. 52 s.

VLČEK, L. (2017): Retence vody v půdách horských oblastí na příkladu Šumavy. Disertační práce. Karlova Univerzita v Praze. Přírodovědecká fakulta, Praha. 127 s.

VLČEK, L., KOCUM, J., JANSKÝ, B., ŠEFRNA, L., KUČEROVÁ, A. (2012): Retenční potenciál a hydrologická bilance horského vrchoviště: případová studie Rokytecké slatě, povodí horní Otavy, JZ. Česko. Geografie. s. 395-414.

YU, X., HUANG, Y., LI, E., LI, X., GUO, W. (2018): Effects of rainfall and vegetation to soil water input and output processes in the Mu Us Sandy Land, northwest China. CATENA p. 96-103.

VIČANOVÁ, M., TOMAN, F., STEJSKAL, B., MAŠÍČEK, T., KNOTEK J., KOTOVICOVÁ, J. (2010): Rychlost vsaku vody do půdy na vybrané lokalitě v Žabčích v průběhu vegetační sezony 2008. Acta universitatis agriculturae et silviculturae Mendelianae Brunensis, ročník LVIII. s. 399-406.

WAHL, N. A., BENS, O., SCHÄFER, B., HÜTTL, R. F. (2003): Impact of changes in land-use management on soil hydraulic properties: hydraulic conductivity, water repellency and water retention. Physics and Chemistry of the Earth. p. 1377-1387.

WANG, J. J., HUANG, Y. F., LONG, H. Y. (2016): Water and salt movement in different soil textures under various negative irrigating pressures. Journal of integrative agriculture. p. 1874-1882.

WEILER, M., NAEF, F. (2003): An experimental tracer study of the role of macropores in infiltration in grassland soils. Hydrological Processes. p. 477-493..

ZAMAZALOVÁ, K. (2014): Charakteristika půd ve vztahu k reliéfu a způsobu obhospodařování v okolí Svaté Heleny v rumunském Banátu, Praha. 131 s.

ZANGIABADI, M., GORJI, M., SHORAF, M., KHORASANI, S. K., & SAADAT, S. (2017): Effects of Soil Pore Size Distribution on Plant Available Water and Least Limiting Water Range as Soil Physical Quality Indicators. Pedosphere. 11 p.

ZHANG, W., AN, S., XU, Z., CUI, J., XU, Q. (2011): The impact of vegetation and soil on runoff regulation in headwater streams on the east Qinghai–Tibet Plateau, China. Catena. p. 182-189.

ZHENG, S., LOURENCO, S. D., CLEALL, P. J., CHUI, T. F. M., NG, A. K., MILLIS, S. W. (2017): Hydrologic behavior of model slopes with synthetic water repellent soils. Journal of Hydrology. p. 582-599.

Internetové zdroje:

ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA (2018): Mapové aplikace. [online]. (cit. 4.3. 2018). Dostupné z: <http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapove-aplikace>

ČÚZK (2018): Digitální model reliéfu 4. generace.

ČÚZK (2018): Prohlížeč služba WMS – ZM 25, 1:25 000. [online]. (cit. 4.3. 2018). Dostupné z: http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ZM25_PUB/WMSservice.aspx

DVEP Zbytiny (2018): Databáze výzkumu experimentální povodí Zbytiny.

FLOW GROUP (2018): Kompaktní infiltrometr. [online]. (cit. 4.3. 2018). Dostupné z: <https://dodavatele.epoptavka.cz/934162-flow-group-s-r-o/nabidka/42939-kompaktni-infiltrometr>

NĚMEČEK, K. (2004): Taxonomický klasifikační systém půd ČR. [online]. (cit. 4.3. 2018). Dostupné z: <http://klasifikace.pedologie.cz/index.php?action=showHomePage>

VAVŘÍČEK, D., PANCOVÁ ŠIMKOVÁ, P. (2015): Atlas lesních půd. [online]. (cit. 3.5. 2015). Dostupné z: http://ldf.mendelu.cz/ugp/wp-content/ugp-files/atlas_pud/

VAVŘÍČEK, D., PANCOVÁ ŠIMKOVÁ, P. (2018): Atlas lesních půd. [online]. (cit. 11.6.2018). Dostupné z: http://ldf.mendelu.cz/ugp/wp-content/ugp-files/atlas_pud/

ŠIMEČKOVÁ, J. (2018): Půdoznalství – laboratorní cvičení. [online]. (cit. 5.5.2018). Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=5491&typ=html

ZABAGED (2016): ZABAGED – Výškopis.

9. Seznam obrázků, tabulek a zkratk

Seznam obrázků

Obrázek 1: Přehledová mapa zájmového povodí Tetřívčího potoka, zdroj: ČÚZK (2018), DVEP Zbytiny (2018)	23
Obrázek 2: Mapa sklonitosti povodí Tetřívčího potoka, zdroj: DVEP Zbytiny (2018), ZABAGED (2016).....	24
Obrázek 3: Mapa expozice svahů v povodí Tetřívčího potoka, zdroj: ČÚZK (2018), DVEP Zbytiny (2018).....	25
Obrázek 4: Mapa systému odvodňovacích příkopů v povodí Tetřívčího potoka, zdroj: (Kalkus, 2016)	27
Obrázek 5: Hypsografické poměry povodí Tetřívčího a Zbytinského potoka, zdroj: Malý (2009)	29
Obrázek 6: Konsumpční křivka povodí Tetřívčího potoka, zdroj: Královec (2015)	29
Obrázek 7: Mapa pedologických poměrů povodí Tetřívčího potoka, zdroj: DVEP Zbytiny (2018)	30
Obrázek 8: Půdní profil kambizemě modální (a), kambizemě oglejené (b) a kryptopodzolu modálního (c), zdroj: Němeček (2004)	32
Obrázek 10: Segment kambizem modální (KAm2) na louce sečené se sklonem 4-7°, na snímku vzadu vlevo za silnicí je segment stagnogleje modálního (SGm3) na louce sečené při sklonu 4-7°, zdroj: J. Kozáková	32
Obrázek 9: Odběr Kopeckého válečků na segmentu kambizem oglejená (KAo3) na louce sečené se sklonem 8° a více, zdroj: J. Kozáková	32
Obrázek 11: Segment kryptopodzolu modálního (KPm1) ve smíšeném lese na sklonu 8° a více, zdroj: J. Kozáková	33
Obrázek 12: Segment gleje modálního (GLm6) na neudržované louce se sklonem 4-7°, zdroj: J. Kozáková	33

Obrázek 13: Půdní profil gleje modálního (a), gleje histického (b), pseudogleje modálního (c) a stagnogleje modálního (d), zdroj: Němeček (2004) a Vavříček et al. (2018).....	34
Obrázek 15: Segment pseudogleje modálního (PGm1) v jehličnatém lese na sklonu 0-3°, zdroj: J. Kozáková.....	35
Obrázek 14: Segment gleje histického (GLh3) na neudržované louce se sklonem 0-3°, zdroj: J. Kozáková.....	35
Obrázek 16: Mapa vegetačních poměrů povodí Tetřívčího potoka zdroj: DVEP Zbytiny (2018).....	38
Obrázek 17: Ortofoto snímek povodí Tetřívčího potoka z 50. let 20. století (vlevo) a z roku 2016 (vpravo), zdroj: CENIA; ČÚZK, Kalkus (2016)	38
Obrázek 18: Mapa sklonitosti povodí Tetřívčího potoka ve třech kategoriích, zdroj: DVEP Zbytiny (2018), ZABAGED (2018)	40
Obrázek 19: Výběr vhodných segmentů v půdních typech a subtypech povodí tetřívčího potoka.....	41
Obrázek 20: Výběr vhodných segmentů půdního subtypu kambizem modální.....	41
Obrázek 21: Mapa analýzy hledání stanovišť všech půdních typů a subtypů v povodí Tetřívčího potoka	43
Obrázek 22: Popis půdní sondy, zdroj: J. Kozáková	44
Obrázek 23: Po odběru Kopeckého válečku v horizontu B, zdroj: J. Kozáková.....	44
Obrázek 24: Kopeckého váleček, zdroj: Šimečková (2018).....	46
Obrázek 25: Infiltrometr, zdroj: J. Kozáková	46
Obrázek 26: Průměrné, maximální a minimální hodnoty MKVK a PVK horizontu A v segmentech kambizemě modální a oglejené.....	55
Obrázek 27: Průměrné, maximální a minimální hodnoty MKVK a PVK horizontu B v segmentech kambizemě modální a oglejené	56

Obrázek 28: Průměrné, maximální a minimální hodnoty MKVK a PVK horizontu A v segmentech kryptopodzolu modálního	57
Obrázek 29: Průměrné, maximální a minimální hodnoty MKVK a PVK horizontu B v segmentech kryptopodzolu modálního	58
Obrázek 30: Průměrné, maximální a minimální hodnoty MKVK a PVK horizontu A v segmentech gleje modálního a histického, stagnogleje modálního a pseudogleje modálního	59
Obrázek 31: Průměrné, maximální a minimální hodnoty MKVK a PVK horizontu B v segmentech gleje modálního a histického, stagnogleje modálního a pseudogleje modálního	60
Obrázek 32: Hodnoty průměrné, maximální a minimální infiltrační rychlosti v segmentech kambizemě modální a oglejené na rozdílném vegetačním pokryvu a sklonu svahu	67
Obrázek 33: Hodnoty průměrné, maximální a minimální infiltrační rychlosti v segmentech kryptopodzolu modálního na rozdílném vegetačním pokryvu a sklonu svahu	68
Obrázek 34: Hodnoty průměrné, maximální a minimální kumulativní infiltrace v segmentech kambizemě modální a oglejené na rozdílném vegetačním pokryvu a sklonu svahu	70
Obrázek 35: Hodnoty průměrné, maximální a minimální kumulativní infiltrace segmentů v kryptopodzolu modálním v závislosti na rozdílném vegetačním pokryvu a sklonu svahu	71
Obrázek 36: Mapa retenčního potenciálu povodí Tetřívčího potoka, zdroj: Kozáková (2018), DVEP Zbytiny (2018)	73
Obrázek 37: Hodnoty retenčního potenciálu všech segmentů půdních typů a subtypů na rozdílném vegetačním pokryvu a sklonu svahu	73
Obrázek 38: Mapa retenčního potenciálu povodí Tetřívčího a Zbytinského potoka z roku 2016, zdroj: Královec et al. (2016)	83

Seznam tabulek

Tabulka 1: Kritéria hodnocení MKVK půdních pokryvů (Valla, 2007)	17
Tabulka 2: Geometrické a hydrologické charakteristiky povodí Tetřívčího potoka, zdroj: Královec et al. (2015) a Malý (2009)	28
Tabulka 3: Rozloha půdních typů a subtypů v povodí Tetřívčího potoka	30
Tabulka 4: Průměrná hloubka a mocnost horizontů v kambizemi modální	32
Tabulka 5: Průměrná hloubka a mocnost horizontů v kryptopodzolu modálním v povodí Tetřívčího potoka	33
Tabulka 6: Průměrná hloubka a mocnost horizontů v gleji modálním	34
Tabulka 7: Průměrná hloubka a mocnost horizontů v gleji histickém	35
Tabulka 8: Průměrná hloubka a mocnost horizontů ve stagnogleji modálním	36
Tabulka 9: Rozloha kategorií vegetačního krytu v povodí Tetřívčího potoka	37
Tabulka 10: Seznam kategorií půdních typů a subtypů, vegetace a sklonitosti	42
Tabulka 11: Seznam segmentů a jejich popis	45
Tabulka 12: Pořadí hodnot PVK a MKVK v segmentech v kambizemě modální v horizontu A v závislosti na sklonu a vegetaci, 1. – největší, 8. - nejmenší	54
Tabulka 13: Pořadí hodnot PVK a MKVK v segmentech kambizemě modální v horizontu B v závislosti na sklonu a vegetaci, 1. – největší, 8. - nejmenší	56
Tabulka 14: Pořadí hodnot PVK a MKVK v segmentech kambizemě oglejené v horizontu A a B v závislosti na sklonu a vegetaci, 1. – největší, 3. - nejmenší	57
Tabulka 15: Pořadí hodnot PVK a MKVK v segmentech kryptopodzolu modálního v horizontu A a B v závislosti na sklonu a vegetaci, 1. – největší, 6. - nejmenší	58
Tabulka 16: Pořadí hodnot PVK a MKVK v segmentech v gleji modálním v horizontu A a B v závislosti na sklonu a vegetaci, 1. – největší, 6. - nejmenší	61

Tabulka 17: Pořadí hodnot PVK a MKVK v segmentech v gleji histickém v horizontu A a B v závislosti na sklonu a vegetaci, 1. – největší, 3. a 2. - nejmenší.....	61
Tabulka 18: Pořadí hodnot PVK a MKVK v segmentech stagnogleje modálního v horizontu A a B v závislosti na sklonu a vegetaci, 1. – největší, 3. - nejmenší.....	62
Tabulka 19: Pořadí hodnot PVK a MKVK v segmentech pseudogleje modálního v horizontu A a B v závislosti na sklonu a vegetaci, 1. – největší, 2. - nejmenší.....	63
Tabulka 20: Průměrné hodnoty infiltrační rychlosti a kumulativní infiltrace a jejich rozsah v kambizemi modální, oglejené a kryptopodzolu modálním	65
Tabulka 21: Hodnoty průměrné, maximální a minimální infiltrační rychlosti v segmentech kambizemě modální a oglejené na rozdílném vegetačním pokryvu a sklonu svahu	66
Tabulka 22: Hodnoty průměrné, maximální a minimální infiltrační rychlosti a kumulativní infiltrace v segmentech kryptopodzolu modálního na rozdílném vegetačním pokryvu a sklonu svahu	68
Tabulka 23: Hodnoty průměrné, maximální a minimální kumulativní infiltrace v segmentech kambizemě modální a oglejené na rozdílném vegetačním pokryvu a sklonu svahu	69
Tabulka 24: Retenční potenciál jednotlivých půdních typů a subtypů.....	72

Seznam zkratek

- 0a – sečená louka na sklonu svahu 0-3°
- 0b – smíšený les na sklonu svahu 0-3°
- 0c – neudržovaná louka na sklonu svahu 0-3°
- 0d - listnatý les na sklonu svahu 0-3°
- 0e - jehličnatý les na sklonu svahu 0-3°
- 4a - sečená louka na sklonu svahu 4-7°
- 4b - smíšený les na sklonu svahu 4-7°
- 4c - neudržovaná louka na sklonu svahu 4-7°
- 4d - listnatý les na sklonu svahu 4-7°
- 4e - jehličnatý les na sklonu svahu 4-7°
- 8a - sečená louka na sklonu svahu 8° a více
- 8b - smíšený les na sklonu svahu 8° a více
- 8c - neudržovaná louka na sklonu svahu 8° a více
- 8d – listnatý les na sklonu svahu 8° a více
- 8e – jehličnatý les na sklonu svahu 8° a více
- DMR-4 – digitální model reliéfu 4. generace
- GLh – glej histický
- GLm – glej modální
- Gm – hmotnost čerstvého vzorku zeminy s válečkem [g]
- Gs – hmotnost sušiny vzorku zeminy s válečkem [g]
- Gt – hmotnost prázdného válečku [g]
- H – hloubka půdního profilu [mm]
- KAm – kambizem modální
- KAo – kambizem oglejená
- KPm – kryptopodzol modální
- MKVK – maximální kapilární vodní kapacita
- PGm – pseudoglej modální
- PVK – plná vodní kapacita
- OHV – okamžitá hmotnostní vlhkost
- OOV – okamžitá objemová vlhkost
- RP – retenční potenciál [mm]
- S – odhad skeletovitosti [-]
- SGm – stagnoglej modální

10. Přílohy

***Příloha 1:** Průměrné hodnoty, rozptyl průměrných, maximálních a minimálních hodnot PVK a MKVK všech půdních typů a subtypů v horizontech A a B*

půdní typ	Průměrné hodnoty. PVK [obj. %]	Rozptyl průměrných. hodnot PVK [obj. %]	Rozptyl max., min. hodnot PVK [obj. %]	Průměrné hodnoty. MKVK [obj. %]	Rozptyl průměrných. hodnot MKVK [obj. %]	Rozptyl max. a min. hodnot MKVK [obj. %]	Objem nekapilárních pórů [obj. %]
KAm hor A	55,2	12,5	49,1–59,4	43,3	10,0	35,8–49,8	11,9
KAm hor B	50,0	21,8	37,9–63,9	38,8	15,4	28,8–46,7	11,2
KAo hor A	50,3	13,1	38,0–63,9	41,6	15,2	34,0–42,9	8,7
KAo hor B	44,3	24,1	36,9–63,4	35,0	13,1	30,6–43,6	9,3
KPm hor A	57,8	7,1	51,4–64,9	40,5	11,3	31,2–50,2	17,3
KPm hor B	55,8	14,1	48,6–64,0	41,5	10,1	34,7–49,6	14,3
GLm hor A	70,8	16,0	53,8–82,7	64,9	19,2	47,3–77,5	5,9
GLm hor B	39,7	18,2	27,7–59,9	34,9	19,6	24,4–56,4	4,8
GLh hor A	73,7	27,9	59,0–92,2	64,5	36,1	45,3–87,2	9,2
GLh hor B	34,2	3,9	31,6–37,8	29,2	4,3	25,5–33,7	5
SGm hor A	60,7	9,0	54,2–66,2	52,7	10,0	47,0–59,0	8
SGm hor B	35,8	4,0	30,3–38,3	29,7	2,7	27,0–32,1	6,1
PGm hor A	33,0	9,9	53,2–67,2	25,5	15,1	35,8–59,6	7,5
PGm hor B	33,0	3,4	29,7–37,4	25,5	1,2	20,0–28,1	7,5

Příloha 2: Průměrné, minimální a maximální hodnoty MKVK, PVK a průměrné hodnoty nekapilárních pórů všech segmentů kambizemě modální a oglejené v horizontu A a B

Půdní segment (půdní subtyp, horizont, sklon , vegetace)	MKVK - průměrná hodnota [obj.%]	MKVK –min. hodnota [obj.%]	MKVK –max. hodnota [obj.%]	PVK -průměrná hodnota [obj.%]	PVK –min. hodnota [obj.%]	PVK –max. hodnota [obj.%]	Nekapilární póry - průměrná hodnota [obj. %]
KAm - Ap, A/B; 0,a	44,4	43,8	45,3	51,0	49,1	52,4	6,6
KAm - Ap; 0,c	46,6	45,8	47,3	52,4	53,6	50,7	5,8
KAm - Ap, A/B; 0,e	43,7	42,7	44,7	57,6	56,6	58,6	13,9
KAm - Ap; 4,a	45,1	40,4	49,8	54,4	49,4	59,4	9,3
KAm - Ap; 4,c	46,0	44,5	48,3	50,9	49,9	51,8	4,8
KAm - A/B; 4,b	36,6	35,8	37,4	55,4	50,3	60,5	18,8
KAm - A/B; 4,e	40,3	39,8	40,7	57,6	57,1	58,0	17,3
KAm - A/B; 8,e	41,3	37,3	45,3	63,4	58,0	68,7	22,1
KAm - Bv; 0,a	39,9	37,8	42,1	45,6	42,3	47,9	5,7
KAm - Bv; 0,c	40,0	38,0	42,0	44,7	43,1	46,2	4,7
KAm - Bv ; 0,e	45,9	45,3	46,5	54,9	52,3	57,5	9,0
KAm - Bv; 4,a	36,0	31,9	39,7	45,0	44,0	45,6	8,9
KAm - Bv; 4,c	30,5	28,8	32,2	39	37,9	40,1	8,5
KAm - Bv; 4,b	40,9	38,5	43,2	53,6	52,8	54,4	12,8
KAm - Bv; 4,e	36,3	32,6	39,9	56,4	55,6	57,2	20,2
KAm - Bv; 8,e	40,9	30,4	46,7	60,8	57,3	63,9	19,8
KAo - Ap; 0,a	37,5	34,0	40,9	45,3	42,7	50,4	7,8
KAo - Ap; 4,a	37,9	35,5	42,2	45,7	41,6	47,8	7,8
KAo - Ap, A/B; 8,a	38,4	35,7	42,9	51,7	42,0	63,9	13,3
KAo - Bvg; 0,a	33,7	30,6	38,7	42,3	38,0	46,1	8,6
KAo - Bvg; 4,a	36,3	32,9	39,6	43,3	36,9	49,7	7,0
KAo - Bvg; 8,a	41,6	39,5	43,6	57,8	52,1	63,4	16,2

(vysvětlivky sklonu: 0 – 0-3°, 4 – 4-7° a 8 – 8° a více; a vegetace: a – louka sečená, b – smíšený les, c – louka neudržovaná, d – listnatý les, e – jehličnatý les)

Příloha 3: Průměrné, minimální a maximální hodnoty MKVK, PVK a průměrné hodnoty nekapilárních pórů všech segmentů krytopodzolu modálního v horizontu A a B

Půdní segment (půdní subtyp, horizont, sklon, vegetace)	MKVK - průměrná hodnota [obj. %]	MKVK - minimální hodnota[obj. %]	MKVK - maximální hodnota [obj. %]	PVK – průměrná hodnota [obj. %]	PVK – minimální hodnota [obj. %]	PVK – maximální hodnota [obj. %]	Nekapilární póry -průměrná hodnota [obj. %]
KPm - A/B; 0,b	37,0	33,0	40,4	53,7	51,4	55,4	16,7
KPm - A/B; 0,e	45,9	45,4	46,4	57,5	54,9	60	11,6
KPm - A/B; 4,b	45,8	43,0	50,2	58,0	55,8	59,8	12,2
KPm - A/B; 4,e	44,1	42,1	46,1	59,9	58,9	60,9	15,8
KPm - A/B; 8,b	35,4	31,3	42,1	60,8	58,1	64,9	25,5
KPm - A/B; 8,e	34,6	31,2	38,0	57,1	52,4	61,7	22,5
KPm - Bvs; 0,b	36,9	35,5	39,1	49,7	48,6	50,6	12,8
KPm - Bvs; 0,e	43,7	40,9	47,1	53,9	52,1	55,4	10,2
KPm - Bvs; 4,b	40,7	39,5	41,6	53,6	49,5	56,4	13,0
KPm - Bvs; 4,e	42,3	37,0	49,6	58,6	53,2	62,6	16,3
KPm - Bvs; 8,b	47,0	46,5	47,4	63,8	63,6	64,0	16,9
KPm - Bvs; 8,e	38,3	34,7	42,1	55,1	53,4	56,9	16,8

(vysvětlivky sklonu: 0 – 0-3°, 4 – 4-7° a 8 – 8° a více; a vegetace: a – louka sečená, b – smíšený les, c – louka neudržovaná, d – listnatý les, e – jehličnatý les)

Příloha 4: Průměrné, minimální a maximální hodnoty MKVK, PVK a průměrné hodnoty nekapilárních pórů všech segmentů gleje modálního a histického v horizontu A a B

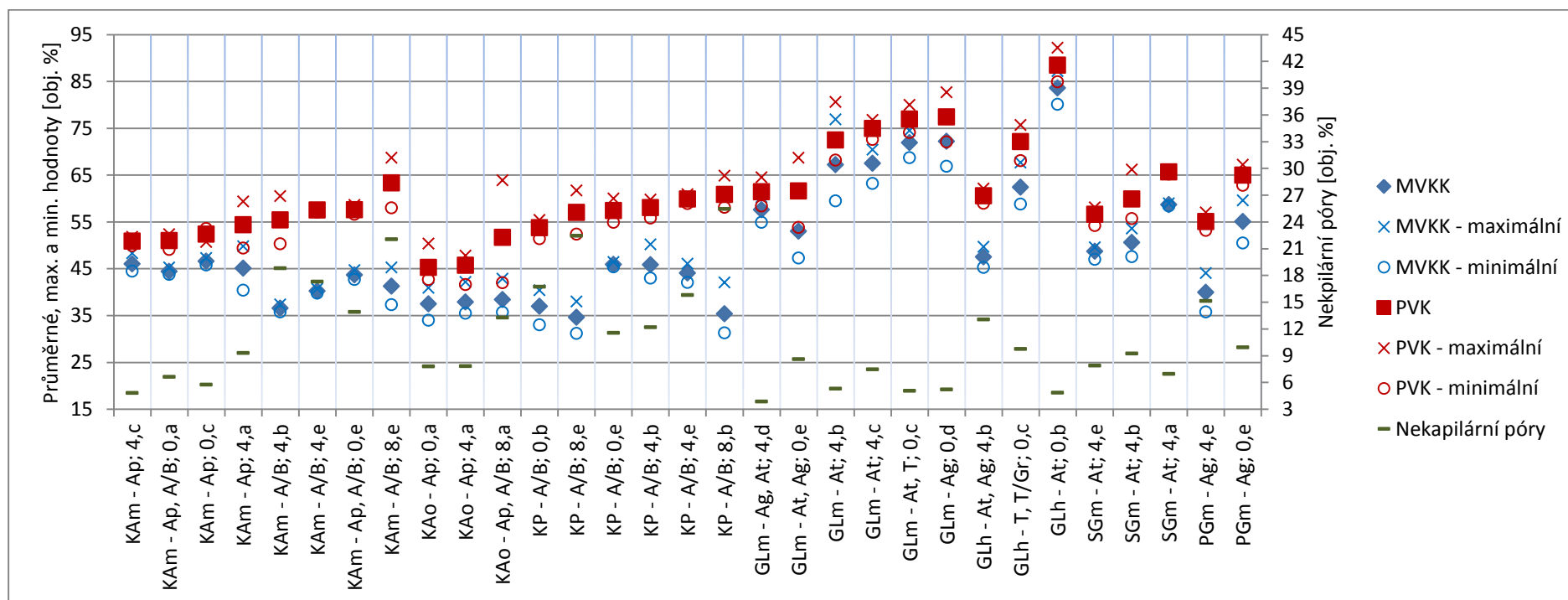
Půdní segment (půdní subtyp, horizont, sklon, vegetace)	MKVK - průměrná hodnota [obj. %]	MKVK - minimální hodnota [obj. %]	MKVK - maximální hodnota [obj. %]	PVK - průměrná hodnota [obj. %]	PVK - minimální hodnota [obj. %]	PVK - maximální hodnota [obj. %]	Nekapilární póry - průměrná hodnota [obj. %]
GLm - At, T; 0,c	71,9	68,7	74,5	77,0	74,1	80,0	5,1
GLm - Ag; 0,d	72,2	66,9	77,5	77,4	72,1	82,7	5,2
GLm - At, Ag; 0,e	53,0	47,3	61,5	61,6	53,8	68,7	8,6
GLm - At; 4,b	67,2	59,5	76,9	72,5	68,2	80,6	5,3
GLm - At; 4,c	67,5	63,2	70,4	75,0	72,6	76,8	7,5
GLm - Ag, At; 4,d	57,6	54,9	60,3	61,5	58,4	64,5	3,8
GLm - Gro; 0,c	32,3	30,3	34,3	36,7	34,7	39,7	4,4
GLm - Gr; 0,d	43,7	40,5	46,9	50,0	44,4	55,6	6,3
GLm - Gro, Gr; 0,e	27,8	22,4	37,8	33,4	27,7	43,7	5,6
GLm - Gr; 4,b	46,4	36,6	56,4	50,2	41,1	59,9	3,8
GLm - Gr, Gro; 4,c	26,8	24,4	30,9	32,0	30,3	34,6	5,2
GLm - Gr, Bm; 4,d	32,5	28,9	36,4	35,7	32,5	40,2	3,3
GLh - At; 0,b	83,6	80,1	87,2	88,5	84,9	92,2	4,9
GLh - T, T/Gr; 0,c	62,4	58,8	67,7	72,2	68,1	75,7	9,8
GLh - At, Ag; 4,b	47,5	45,3	49,7	60,6	59,0	62,1	13,1
GLh - Gro; 0,c	27,1	25,5	28,7	32,2	31,6	32,8	5,1
GLh - Gr; 4,b	31,4	27,4	33,7	36,1	33,0	37,8	4,8

(vysvětlivky sklonu: 0 – 0-3°, 4 – 4-7° a 8 – 8° a více; a vegetace: a – louka sečená, b – smíšený les, c – louka neudržovaná, d – listnatý les, e – jehličnatý les)

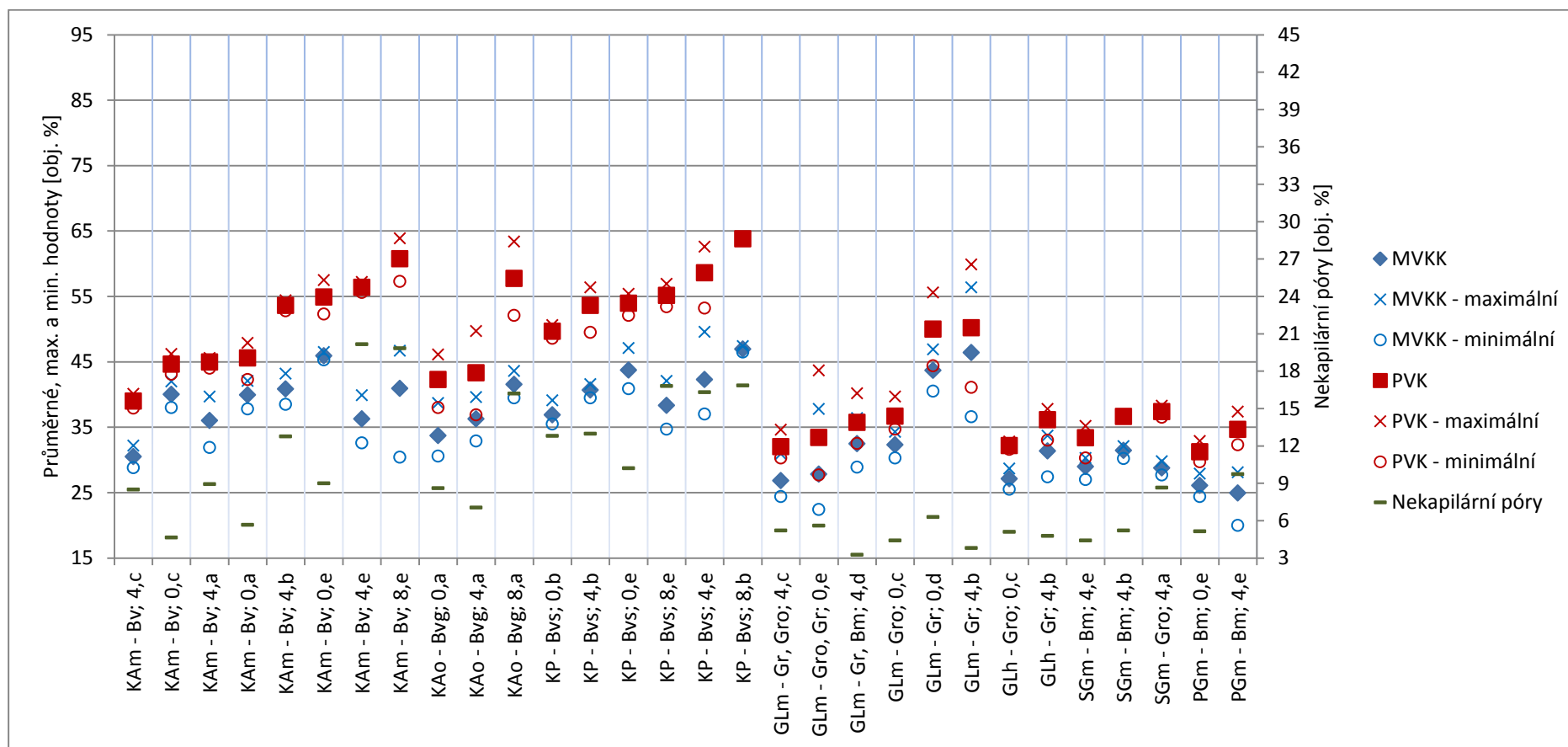
Příloha 5: Průměrné, minimální a maximální hodnoty MKVK, PVK a průměrné hodnoty nekapilárních pórů všech segmentů stagnogleje modálního a pseudogleje modálního v horizontu A a B

Půdní segment (půdní subtyp, horizont, sklon, vegetace)	MKVK - průměrná hodnota [obj. %]	MKVK - minimální hodnota [obj. %]	MKVK - maximální hodnota [obj. %]	PVK -průměrná hodnota [obj. %]	PVK -minimální hodnota [obj. %]	PVK -maximální hodnota [obj. %]	Nekapilární póry -průměrná hodnota [obj. %]
SGm - At; 4,a	58,7	58,4	59,0	65,7	65,2	66,1	6,9
SGm - At; 4,b	50,6	47,6	53,6	59,9	55,7	66,2	9,2
SGm - At; 4,e	48,7	47,0	49,6	56,6	54,2	58,1	7,9
SGm - Bm; 4,e	29,0	27,0	30,3	33,4	30,3	35,2	4,4
SGm - Bm; 4,b	31,4	30,2	32,1	36,6	36,5	36,8	5,2
SGm - Gro; 4,a	28,8	27,7	29,8	37,4	36,5	38,3	8,7
PGm - Ag; 0,e	55,1	50,5	59,6	65,0	62,8	67,2	9,9
PGm - Ag; 4,e	40,0	35,8	44,1	55,1	53,2	57,0	15,2
PGm - Bm; 0,e	26,1	24,4	27,9	31,2	29,7	32,9	5,1
PGm - Bm; 4,e	24,9	20,0	28,1	34,7	32,3	37,4	9,7

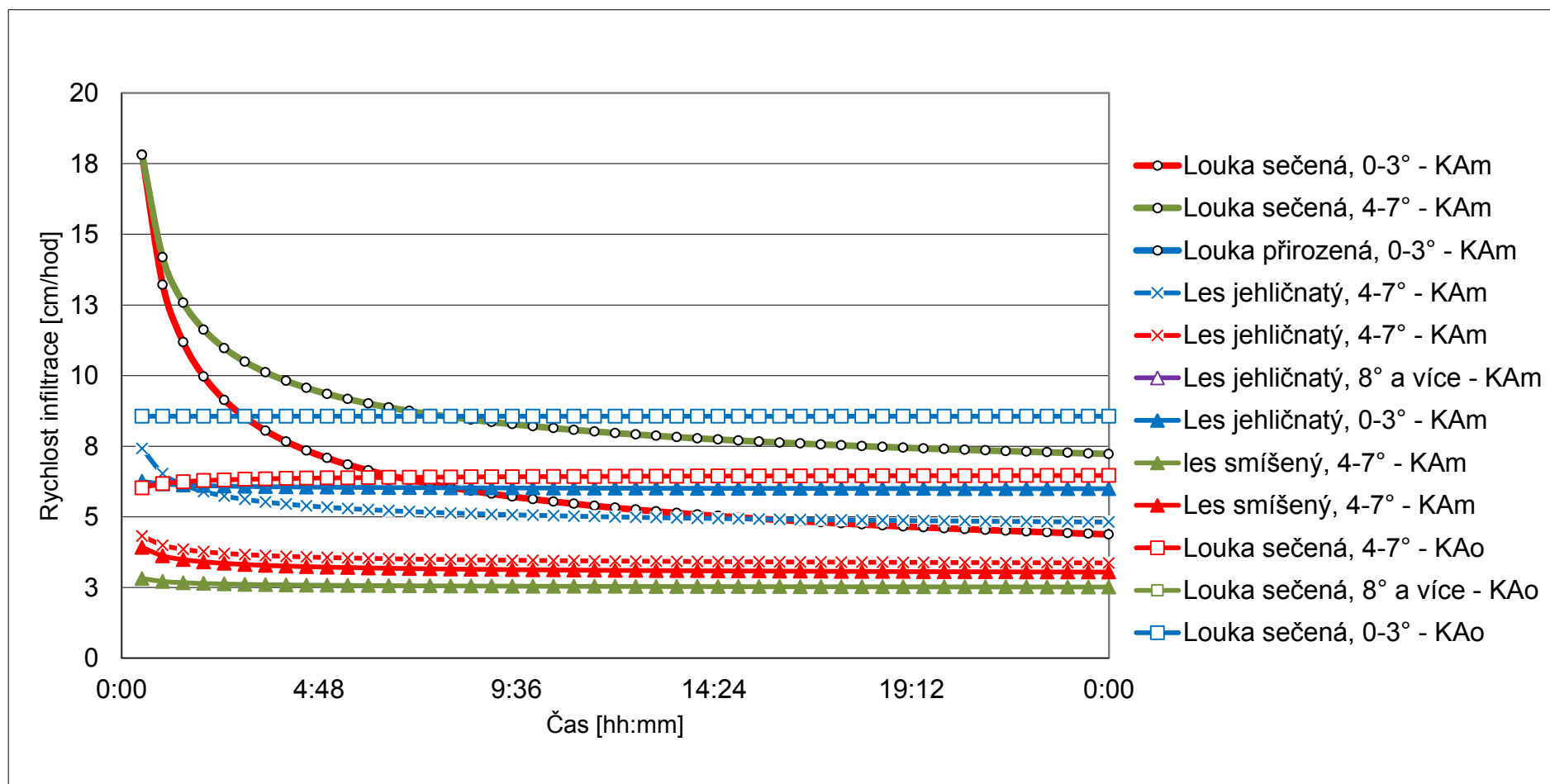
(vysvětlivky sklonu: 0 – 0-3°, 4 – 4-7° a 8 – 8° a více; a vegetace: a – louka sečená, b – smíšený les, c – louka neudržovaná, d – listnatý les, e – jehličnatý les)



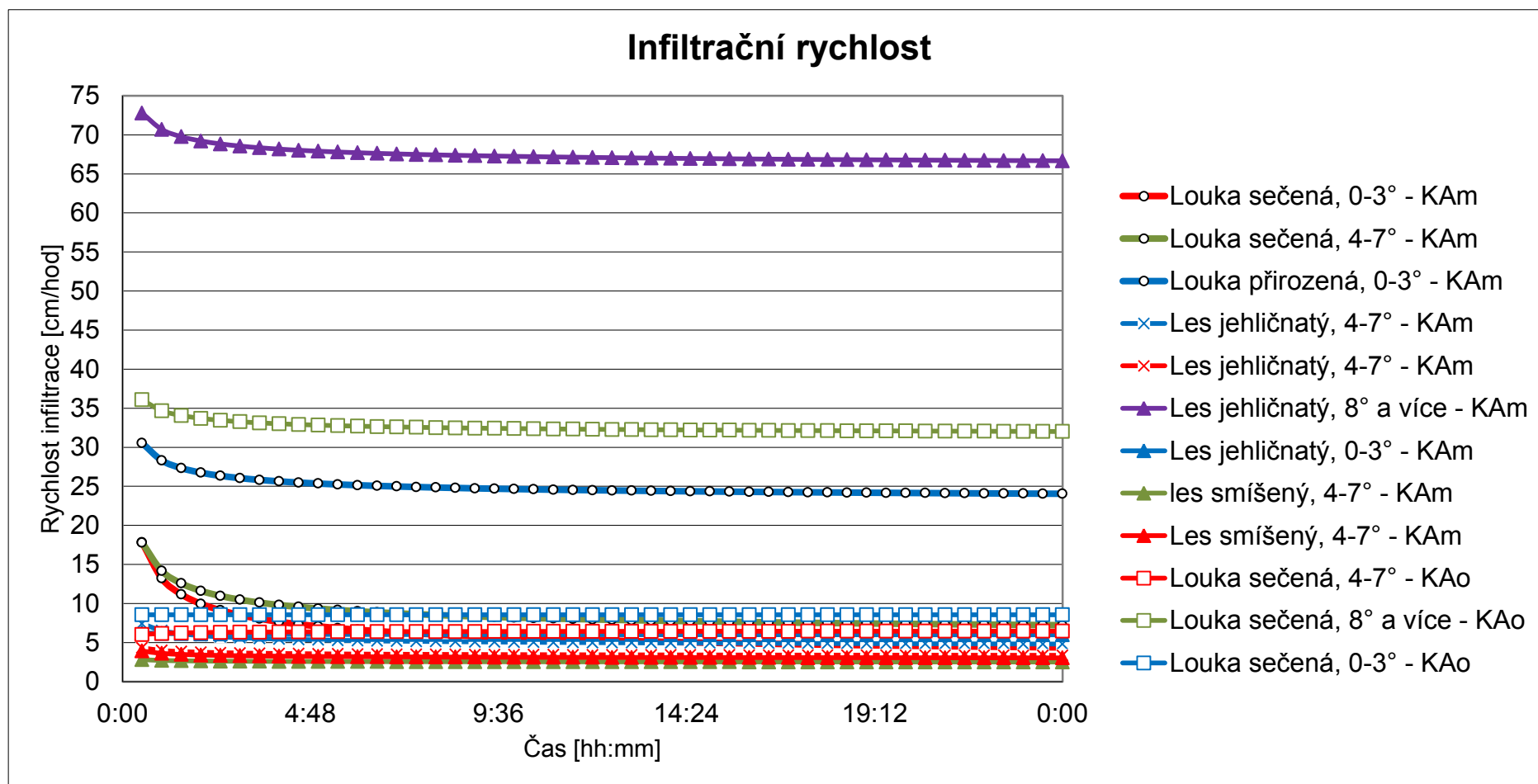
Příloha 6: Průměrné, minimální a maximální hodnoty PVK, MKVK a průměrné hodnoty nekapilárních pórů všech segmentů v horizontu A (vysvětlivky sklonu: 0 – 0-3°, 4 – 4-7° a 8 – 8°; a vegetace: a – louka sečená, b – smíšený les, c – louka neudržovaná, d – listnatý les, e – jehličnatý les)



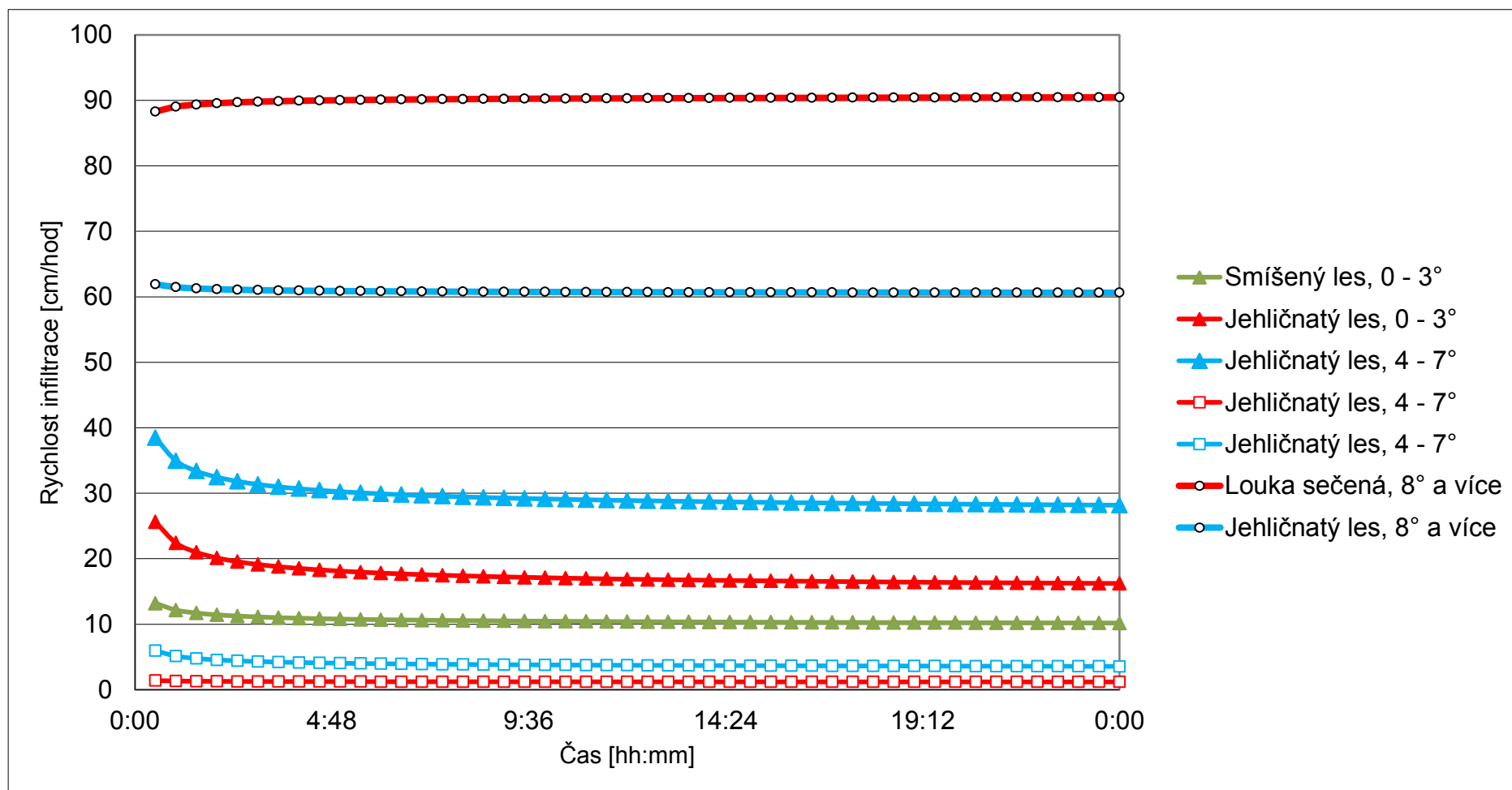
Příloha 7: Průměrné, minimální a maximální hodnoty PVK, MKVK a průměrné hodnoty nekapilárních pórů všech segmentů v horizontu B (vysvětlivky sklonu: 0 – 0-3°, 4 – 4-7° a 8 – 8°; a vegetace: a – louka sečená, b – smíšený les, c – louka neudržovaná, d – listnatý les, e – jehličnatý les)



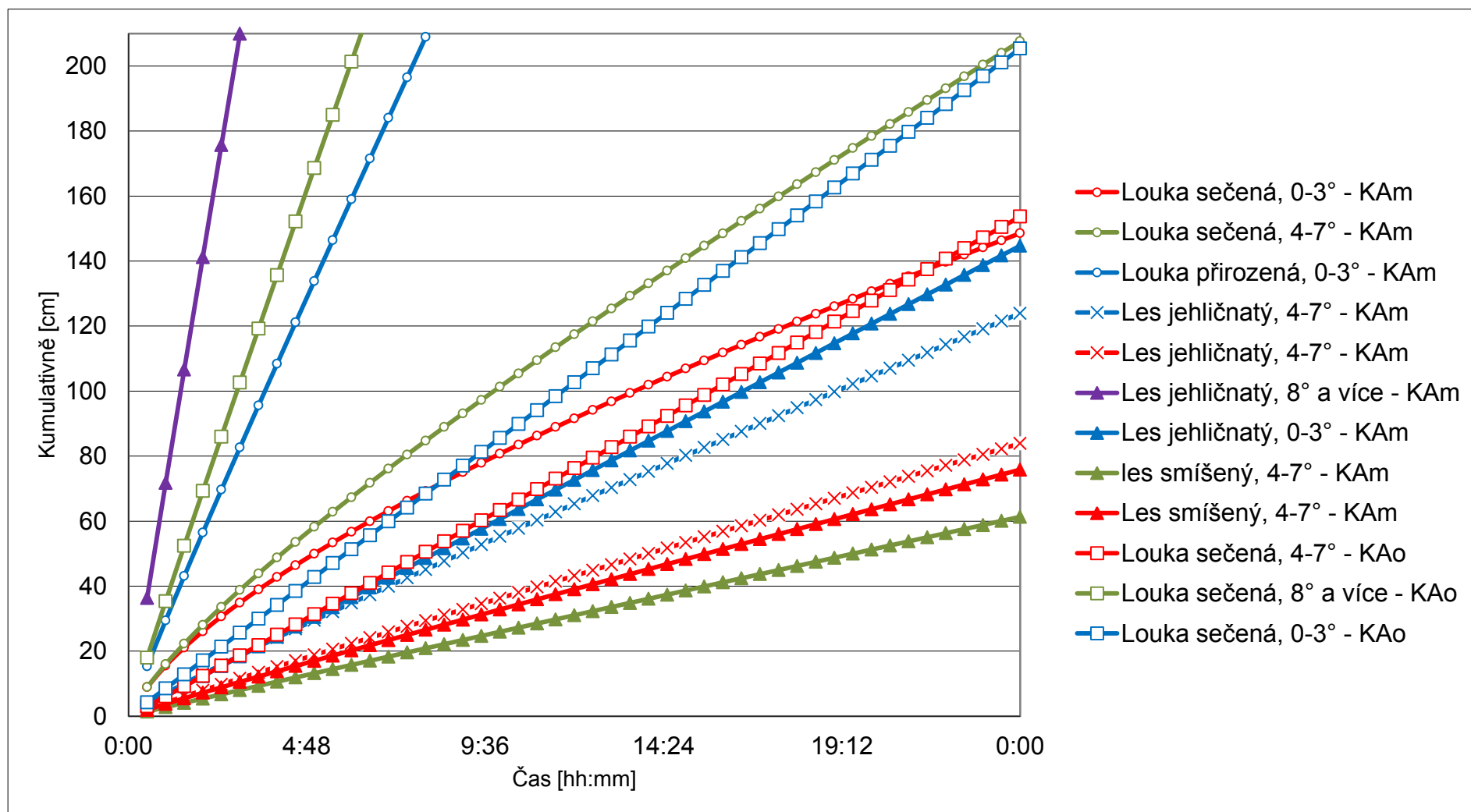
Příloha 8: Průběh infiltrační rychlosti segmentů kambizemě modální (KAm) a oglejené (KAo)



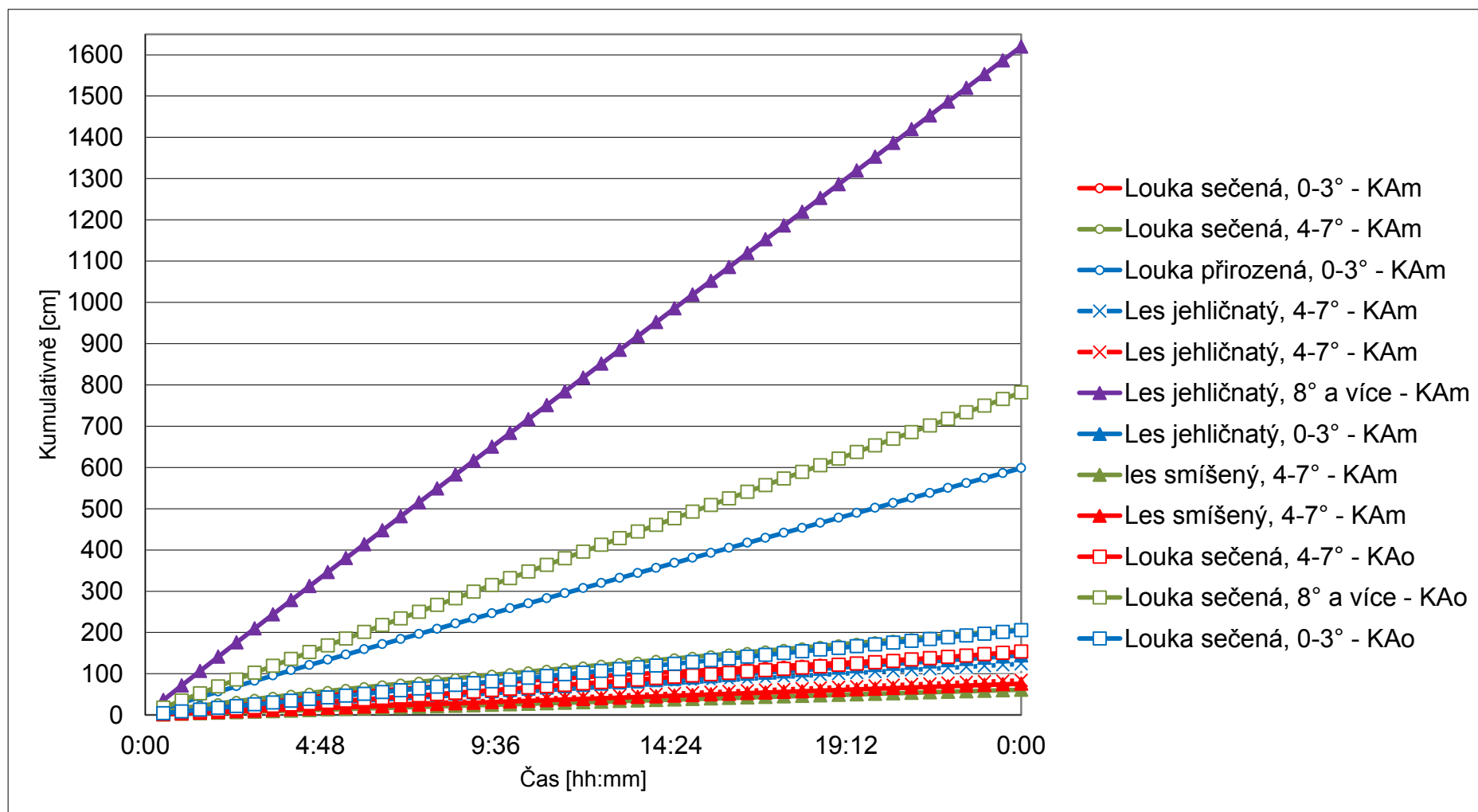
Příloha 9: Průběh infiltrační rychlosti všech segmentů kambizemě modální (KAm) a oglejené (KAO)



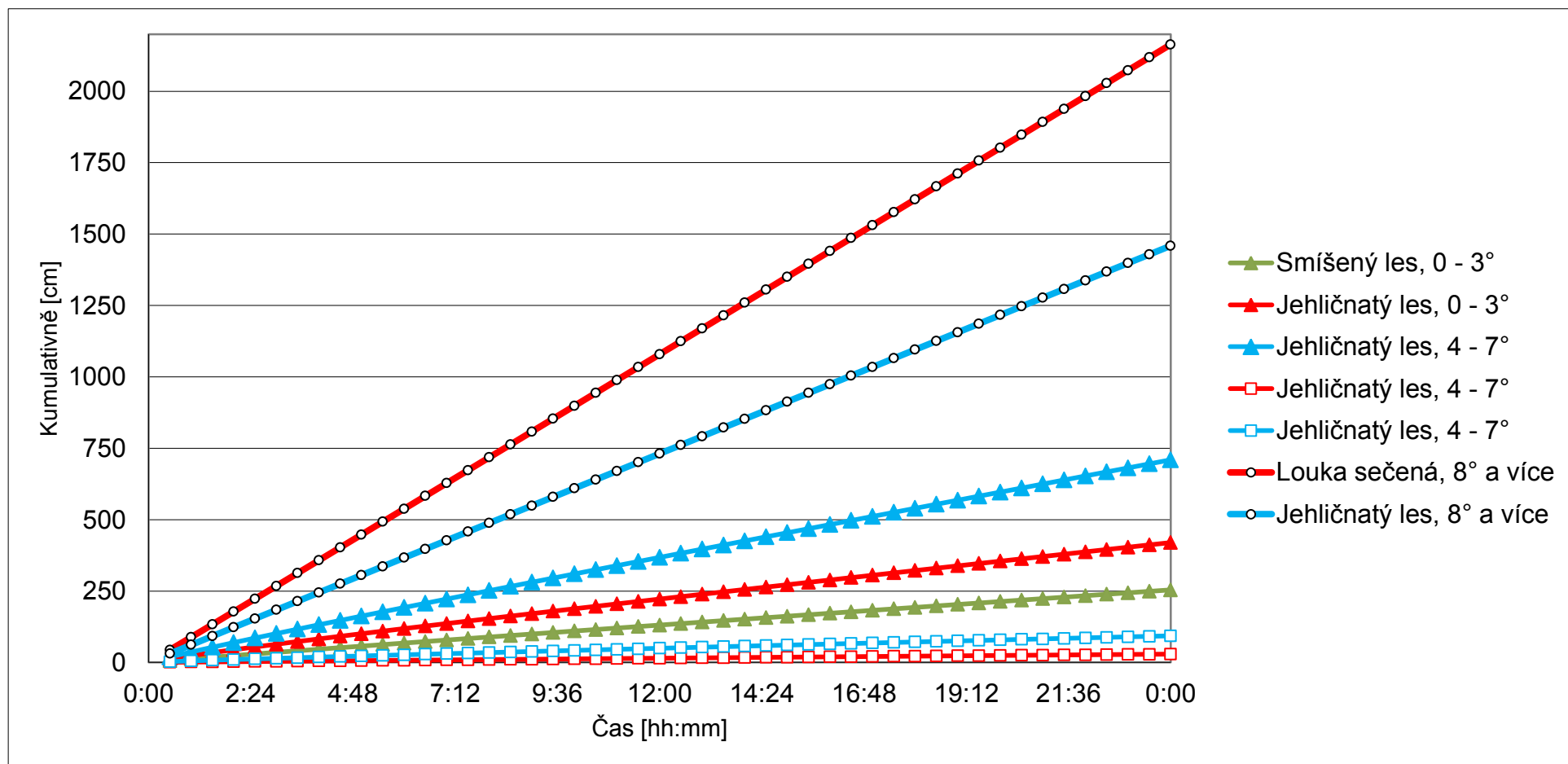
Příloha 10: Průběh infiltrační rychlosti všech segmentů kryptopodzolu modálního



Příloha 11: Průběh kumulativní infiltrace segmentů kambizemě modální (KAm) a oglejené (KAo)



Příloha 12: Průběh kumulativní infiltrace všech segmentů kambizemě modální (KAm) a oglejené (KAO)



Příloha 13: Průběh kumulativní infiltrace všech segmentů kryptopodzolu modálního

Příloha 14: Půdní profily stanovišť v povodí Tetřívčího potoka

Kambizem modální (KAm-1)			2-3.5.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	0		
Ap	16-18	hlinitý	A
A/B	30	hlinitý	
Bv	67	hlinitý	B
B/C	78-79	písčitý, slabě skeletovitý	
Kambizem modální (KAm-1)			2-3.5.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	0		
Ap	23-24	hlinitý	
A/B	30-31	zajílení	A
Bv	62-63	písčitohlinitý, příměs jílu	
B/C	81	hlinitopísčitý, slabě skeletovitý	B
Kambizem modální (KAm-1)			2-3.5.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	0		
Ap	25-27	hlinitý	A
Bv	49-50	hlinitý, příměs písku	B
B/C	83	hlinitopísčitý, slabě skeletovitý	

Kambizem modální (KAm-2)			2-3.5.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	0		
Ap	16-17	hlinitý	A
A/B	29-30	hlinitý	
Bv	42-43	hlinitý	B
Ap	49	čočka	
Bv	58-61	Písčitohlinitý, příměs skeletu	
B/C	78	písčitohlinitý, středně skeletovitý	
Kambizem modální (KAm-2)			30.-31.7.2018
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	0		
Ap	21-22	hlinitý, kyprý	A
A/B	33-34	hlinitý	
Bv	63-64	Hlinitý, příměs skeletu	B
B/C	77	hlinitopísčitý, středně skeletovitý	

Kambizem modální (KAm-4)			1.-2.6.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 13		
Ol	+ 4		
Oh	1-2		
Ah	0	hlinitý	
Bv	48-50	písčitohlinitý	A
B/C	86	Hlinitopísčitý, slabě skeletovitý	B
Kambizem modální (KAm-4)			1.-2.6.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 14		
Ol	+ 1-2		
Oh	0		
Ah	1-2	hlinitý	
A/B	14-16	hlinitý	A
Bv	31-33	písčitohlinitý	
B/C I.	50-53	hlinitý	B
B/C II.	80	hlinitý, slabě skeletovitý	

Kambizem modální (KAm-4)			1.-2.6.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 10		
Ol	+ 2		
Oh	0		
Ah	2-3	hlinitý	
Bv	23-25	hlinitý	A
B/C I.	50-55	hlinitý	B
B/C II.	85	slabě skeletovitý	

Kambizem modální (KAm-5)			13.-14.10.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	0		
Ap	34	hlinitý, kypré	A
A/B	40-41	písčitolinitý	
Bv I.	73-74	hlinitopísčitý, s příměsí skeletu	B
Bv II.	84	hlinitopísčitý, slabě skeletovitý	

Kambizem modální (KAm-5)			13.-14.10.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	0		
Ap	19-20	hlinitý, kypré	A
A/B	35-37	hlinitý, kypré	
Bv	45	hlinitý, slabě skeletovitý	B

Kambizem modální (KAm-5)			13.-14.10.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	0		
Ap	26-27	hlinitý, kyprý	A
A/B	53-54	hlinitý, , s příměsí skeletu	
Bv	76	písčitý, slabě skeletovitý	B

Kambizem modální (KAm-7)			13.-14.10.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	0		
Ap	42-43	hlinitý	A
A/B	50	hlinitý	
Bvg	73-75	jílovitohlinitý	B
Bv	93	hlinitý, příměs skeletu	

Kambizem modální (KAm-7)			13.-14.10.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	0		
Ap	33-38	hlinitý	A
A/B	58	hlinitopísčitý	B
Bv	88	hlinitopísčitý, slabě skeletovitý	

Kambizem modální (KAm-7)			13.-14.10.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	0		
Ap	20	hlinitý	A
A/B	30	hlinitý	
Bvs	55	hlinitý, kyprý	B
Bv	76	písčitohlinitý	
B/C	79	hlinitopísčitý, středně skeletovitý	

Kambizem modální (KAm-8)			7.-8.8.2017
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 8-9		
OI	+ 4-5		
Oh	0		
Ah	8	hlinitý	
A/B	22-24	hlinitý, lehký	A
Bv	61	hlinitý, lehký, příměs skeletu	B
B/C	71	písčitý, slabě skeletovitý	

Kambizem modální ojílená (KAm-8)			7.-8.8.2017
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 6-9		
Ol	+ 2-4		
Oh	0		
Ah	5	hlinitý, lehký	
A/B	23-25	hlinitý, lehký	A
Bv	57	hlinitý, lehký	B
B/Cg	69	písčité, ojílení, mramorování, slabě skeletovitý	
Kambizem modální (KAm-8)			7.-8.8.2017
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 4-5		
Ol	+ 2-3		
Oh	0		
Ah	4	hlinitý, lehký, kyprý	
A/B	15	hlinitý, lehký, kyprý	A
Bv	45-46	hlinitý, lehký, kyprý	B
B/C	70	písčité, kompaktní, středně skeletovitý	

Kambizem modální (KAm-9)			2.4.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 7		
Ol	+ 3		
Oh	0		
Ah	2-3	hlinitý	
Bv	29	hlinitý	A
Bvg	60	Zajílení, slabě skeletovitý	B
B/Cg	84	písčité, středně skeletovitý	
Kambizem modální (KAm-9)			2.4.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 14		
Ol	+ 8-9		
Oh	0		
Ah	3-4	hlinitý	
A/B	8-9	hlinitý	A
Bv	33	hlinitý	B
Bvg	44	zajílení	
B/Cg	58	hlinitopísčité, středně skeletovitý	

Kambizem modální (KAm-9)			2.4.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 5-8		
Ol	+ 2		
Oh	0		
Ah	6-7	hlinitý	
A/B	13	hlinitý	A
Bv	28	hlinitý	B
Bvg	36-38	Zajílení, příměs skeletu	
B/Cg	58	hlinitopísčitý, slabě skeletovitý	

Kambizem modální (KAm-10)			2.4.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 6		
Oh/Ol	0		
Ah	3	písčitohlinitý	
A/B	8-9	hlinitý	
Bv	22-25	písčitohlinitý	A
B/C	56	písčitohlinitý, slabě skeletovitý	B

Kambizem modální (KAm-10)			2.4.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 5		
Oh	0		
Ah	3-4	hlinitý	
A/B	7-8	hlinitý	A
Bv	30-32	Hlinitý, příměs skeletu	B
B/C	53	hlinitopísčítý, slabě skeletovitý	

Kambizem oglejená (KAo-1)			2-3.5.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	0		
Ap	22-25	hlinitý	A
A/B	30	hlinitý, těžší	
Bv	56	písčitohlinitý	B
Bm	65	šedivo-hnědo-rezivá čočka	
B/Cg	77	zajílení, slabě skeletovitý	
Kambizem oglejená (KAo-1)			2-3.5.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	0		
Ap	20-22	hlinitý, kousky cihel	A
Bv	43-46	písčitohlinitý	
B/C	68	Hlinitopísčítý, slabě skeletovitý	B

Kambizem oglejená (KAo-1)			7.-8.8.2017
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	0		
Ap	30-33	hlinitý, kyprý	A
Bv	77-78	hlinitý, příměs skeletu	B
Bv/C	85	písčitohlinitý, středně skeletovitý	

Kambizem oglejená (KAo-3)			2.4.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	0		
Ap	22	hlinitý	A
Bv	50-52	hlinitopísčitý	B
B/C	65-70	hlinitopísčitý	
Cg	89	hlinitopísčitý, slabě skeletovitý	
Kambizem oglejená (KAo-3)			2.-3.5.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	0		
Ap	14-15	hlinitý, jemné	A
A/B	30-32	hlinitý	
Bv	52-56	Hlinitý, příměs skeletu	B
B/C	68	hlinitý, slabě skeletovitý	

Kambizem oglejená (KAo-3)			2.-3.5.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	0		
Ap	5	hlinitý	
A/B	35-39	hlinitý	A
Bv	64-67	hlinitý, písčitohlinitý	B
B/C	75	Hlinitopísčitý, slabě skeletovitý	

Kambizem oglejená (KAo-4)			2-3.5.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	0		
Ap	30-32	hlinitý	A
A/B	38-40	písčitohlinitý	
Bvg	58-59	písčitohlinitý, zajilení	B
B/Cg	74	písčitohlinitý, slabě skeletovitý	

Kambizem oglejená (KAo-4)			2.-3.5.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	0		
Ap	29-33	hlinitý	A
Bv	45-46	písčitohlinitý	B
Bvg	73-74	písčitohlinitý, zajilení	
B/C	81	hlinitopísčitý, slabě skeletovitý	

Kambizem oglejená (KAo-4)			30.-31.7.2018
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	0		
Ap	22	hlinitý	A
Bv	36-42	hlinitý až písčitohlinitý, rezavé skvrny	B
B/C	54	Písčitý, příměs skeletu	

Kryptopodzol modální (KPm-1)			13.-14.10.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 8		
OI	+ 5		
Oh	0		
Ah	1-2	hlinitý, kyprý	
A/B	37-39	Hlinitý, slabě skeletovitý	A
Bvs	66	hlinitý, kyprý, středně skeletovitý	B

Kryptopodzol modální (KPm-1)			13.-14.10.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 7		
OI	+ 4		
Oh	0		
Ah	2	hlinitý, kyprý	A
Bvs I.	19	hlinitý, kyprý, s příměsí Ah, příměs skeletu	
A/B	28-29	hlinitá a kyprá čočka	
Bvs II.	65	středně skeletovitý	B

Kryptopodzol modální (KPm-2)			2.4.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 4		
Oh	0		
Ah	5-7	hlinitý	
A/B	18	hlinitý	A
Bvs	47	hlinitý, kyprý, slabě skeletovitý	B
B/C	80	hlinitopísčitý, středně skeletovitý	
Kryptopodzol modální (KPm-2)			2.4.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 2		
Oh	0		
Ah	2-3	hlinitý	
A/B	14-15	hlinitý	A
Bvs	37-38	hlinitý, kyprý, slabě skeletovitý	B
B/C	55	písčitohlinitý, středně skeletovitý	
Kryptopodzol modální (KPm-2)			2.4.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 1		
Oh	0		
Ah	3	hlinitý	
A/B	8	hlinitý	A
Bvs	37-38	hlinitý, kyprý, příměs skeletu	B
B/C	60	písčitohlinitý, středně skeletovitý	

Kryptopodzol modální (Kpm-4)			2.-3.5.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 2-3		
Oh	0		
Ah	2	hlinitý	
A/B	26-28	hlinitý	A
Bvs	57-59	hlinitý, kyprý	B
B/C	86	písčitohlinitý, středně skeletovitý	
Kryptopodzol modální (Kpm-4)			2.-3.5.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 5		
Oh	0		
Ah	2-3	hlinitý	
A/B	19-20	hlinitý	A
Bvs	28-29	hlinitý, kyprý	B
B/C	60	písčitohlinitý, středně skeletovitý	

Kryptopodzol modální (KPm-4)			30.-31.7.2018
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 9-10		
Ol	+ 1-2		
Oh	0		
Ah	2-3	hlinitý	
A/B	23-26	hlinitý	A
Bvs	65	Hlinitý, příměs skeletu	B
B/C	84	písčitohlinitý, slabě skeletovitý	

Kryptopodzol modální (KPm-5)			1.-2.6.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 3		
Ol	+ 1		
Oh	0		
Ah	2	hlinitý	
A/B	20	hlinitý	A
Bvs	53	hlinitý, stopy C v hloubce 38 cm	B
B/C	77	hlinitopísčitý, slabě skeletovitý	
C	79	slabě skeletovitý	

Kryptopodzol modální (KPm-5)			1.-2.6.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 11		
Ol	+ 1		
Oh	0		
Ah	2	hlinitý	
Bv	30-32	hlinitý	A
Bvs	68-70	hlinitý, kyprý, příměs skeletu	B
B/C	82	písčitohlinitý, slabě skeletovitý	
Kryptopodzol modální (KPm-5)			1.-2.6.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 6		
Ol	+ 2		
Oh	0		
Ah	3	hlinitý	
A/B	11-14	hlinitý	A
Bvs	40-42	hlinitý, kyprý	B
B/C I.	66-68	písčitohlinitý	
B/C II.	79	písčitohlinitý, středně skeletovitý	

Kryptopodzol modální (Kpm-6)			13.-14.10.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 4		
Ol	+ 2		
Oh	0		
Ah	1-2	hlinitý	
Bvs	39-42	hlinitý, kyprý	A
B/C	69	písčité, slabě skeletovitý	
Kryptopodzol modální (Kpm-6)			13.-14.10.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 9		
Ol	+ 2		
Oh I.	0		
Ah	2-3	hlinitý	
A/B I.	8	hlinitý	A
Oh II.	10	čočka	
A/B II.	19-20	hlinitý	
Bvs	43-45	hlinitý, kyprý	B
B/C	72	písčité, středně skeletovitý	

Kryptopodzol modální (Kpm-6)			13.-14.10.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 4		
Ol + Of	0		
Ah	1-2	hlinitý	
A/B	17-18	písčitohlinitý	A
Bvs	50-52	písčitohlinitý, příměs skeletu	B
B/C	76	Písčitý, středně skeletovitý	
Kryptopodzol modální (Kpm-6)			7.-8.8.2017
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 7		
Ol	+ 2		
Oh	0		
Ah	1-2	hlinitý	
A/B	20-22	hlinitý, kyprý	A
Bvs	56-57	hlinitý, kyprý, slabě skeletovitý	B
B/C	66	Písčitý, slabě skeletovitý	

Glej modální (Glm-1)			30.-31.7.2017
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 16-17		
Ol	+ 7-8		
Ot	0		
At	9-10	hlinitý, kyprý	A
A/G	21-23	jílovitý	B
Gor	51-53	písčitý	C
G/C	74	písčitý, příměs skeletu, mramorování	
Glej modální (Glm-1)			30.-31.7.2017
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 10-11		
Ol	+ 6-7		
Ot	0		
At	15-19	mírně zrašelinělý, jazykovitý přechod s horizontem Gor	A
Gro	52-56	písčitý, slabě skeletovitý, mramorování v hloubce cca 50 cm	B

Glej modální (Glm-3)			30.-31.7.2017
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 12-15		
Ot	0	hlinitý, jílovitohlinitý	
At I.	20-21	zrašelinělý	A
T	33-34	zrašelinělý	
Gro	43-46	jílovitý, příměs skeletu, rezavé mramorování	B
At II.	51-52	zrašelinělá čočka	
Gr	77	písčité, slabě skeletovité	

Glej modální povrchový (Glm-6)			7.-8.8.2017
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	0		
At	25-28	zrašelinělý	A
A/G	46	písčité	
Gr I.	70	písčité, příměs skeletu	B
Gr II.	78	jílovitý, příměs skeletu	
Glej modální povrchový (Glm-6)			7.-8.8.2017
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	0		
At	20-21	zrašelinělý	A
Gr I.	33-34	jílovitý	B
Gr II.	65	písčité, příměs skeletu	

Glej modální (Glm-6)			7.-8.8.2017
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	0		
At	9-10	zrašelinělý	A
A/G	36-39	písčitý	
Gro	51-52	písčitý	B
Gr	78	jílovitý, příměs písku a skeletu	

Glej modální (Glm-7)			1.-2.6.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 8		
Ol	+ 1-2		
Ot	0		
Ag	14	zajílení	
A/G	19-20	jílovitý	
Gor	45-46	jílovitý, příměs písku	A
Gr	71-73	písčitý, slabě skeletovitý	B
Cg	80	slabě skeletovitý	

Glej modální (Glm-7)			1.-2.6.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 10		
Ol	+ 3-4		
Oh	0		
Ag	29-37	s horizontem Bm jazykový přechod	A
Bm	49-52	jílovitý, příměs písku	B
Gor	58-61	jílovitý, příměs písku	
Gr	78	Jílovitý, slabě skeletovitý	
Glej modální (Glm-7)			1.-2.6.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 9-10		
Ol	+ 5		
Ot	0		
Ag	6-7	zajílení	
A/G	18-20	zrašelinělý	A
Gr	54-56	jílovitý, příměs písku	B
Cg	70	jílovitý, příměs skeletu	

Glej modální (Glm-9)			2.4.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 15		
Ol	+ 8		
Oh	0		
Ag	18	zajílení	A
Ah	28-29	hlinitý	
Gr	60	jílovitý, příměs písku, slabě skeletovitý	B
Glej modální (Glm-9)			2.4.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 7		
Ol	+ 3-4		
Oh	0		
At	16	hlinitý	
Ag	23	zajílení	A
Gr I.	58	jílovitý, příměs písku	B
Bm	72-73	písčitý, mramorování	
Gr II.	75	Písčitý, slabě skeletovitý	

Pseudoglej modální (Glm-9)			2.4.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 12		
Ol	+ 5		
Ot	0		
Ag	12	zajílení	A
Gro	18-21	jílovitý, příměs písku, mírné mramorování	B
At	29-30	čočka	
Bm	63	jílovitý, příměs písku, slabě skeletovitý, mramorování	

Glej modální (Glm-10)			1.-2.6.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 17		
Ol	+ 7		
Ot	0		
Ag	20-23	jílovitý	A
Gor	33	hlinitopísčitý, příměs skeletu, mramorování	
Gr	68	jílovitý, příměs skeletu	B

Glej modální (Glm-10)			1.-2.6.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 10-11		
Ol	+ 4-5		
Ot	0		
Ag	24-26	jílovitý	A
Gr	61	jílovitý, příměs písku, mírné mramorování	B
Gro	80	jílovitý, příměs písku se hloubkou se zvyšuje, slabě skeletovitý	
Glej modální (Glm-10)			1.-2.6.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 14		
Ol	+ 8		
Oh	0		
Ag	23-34	zrašelinělý, jazykovitý přechod s horizontem Gr	A
Gr	49-50	jílovitý, příměs písku a skeletu	B
Gro	76	mramorování, slabě skeletovitý	

Glej histický (Glh-2)			1.-2.6.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 4-5		
Ol	+ 1-2		
Oh	0		
At	24	zrašelinělý	A
Gr	65	jílovitý s příměsí písku, slabě skeletovitý	B

Glej histický (Glh-2)			1.-2.6.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 10		
Ol	+ 5-6		
Oh	0		
At	10-12	zrašelinělý	A
A/G	34-36	jílovitý, příměs skeletu	
Gr	59	jílovitý, příměs skeletu	B
Glej histický (Glh-2)			1.-2.6.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 9		
Ol	+ 4		
Oh	0		
At	19-22	zrašelinělý	A
A/G	45-47	jílovitý	B
Gr	72	jílovitý s příměsí písku, slabě skeletovitý	

Glej histický (Glh-3)			7.-8.8.2017
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 7		
Ol	+ 4		
Oh	0		
T	25-26	zrašelinělý	
T/G	30-31	písčitý	A
Gro	57-59	písčitý, slabě skeletovitý	B
Gr	76	písčitý, slabě skeletovitý, tvrdá konzistence	
Glej histický (Glh-3)			7.-8.8.2017
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 5		
Ol	+ 2-3		
Oh	0		
T	24-25	zrašelinělý	A
T/G	30-31	písčitý	
Gro I.	38-39	písčitý	B
Gr I.	46-47	písčitý, skeletovitý	
Gro II.	54-55	písčitý, kompaktní	
Gr II.	70	písčitý až jílovitý s příměsí písku, slabě skeletovitý	

Glej histický (Glh-3)			7.-8.8.2017
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 10		
Ol	+ 4-5		
Oh	0		
T I.	33-34	zrašelinělý	A
Gro II.	48	jílovitý, příměs písku (rezivé mramorování)	B
T II.	56	rašelinný zátek	
Gro II.	64	jílovitý s příměsí písku, slabě skeletovitý	
Gr	76	jílovitý s příměsí písku, slabě skeletovitý	

Glej stagnoglejový (Glh-6)			2.4.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 8		
Ol	+ 3		
Oh	0		
At	7	zrašelinělý	
A/G	20-21	jílovitý	A
Gr	31	jílovitý	B
Bm	71-72	jílovitý s příměsí písku, slabě skeletovitý mramorování	

Glej histický (Glh-6)			2.4.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 9		
Ol	+ 5-6		
Oh	0		
At	21	zrašelinělý	A
Gr	54	jílovitý	B
Bm	70	jílovitý s příměsí písku a skeletu, mramorování	
Glej histický (Glh-6)			2.4.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 6-7		
Ol	+ 3-4		
Oh	0		
At	14	zrašelinělý	A
A/G	24	jílovitý s příměsí písku	
Gr	71	jílovitý, příměs písku až skeletu	B

Pseudoglej modální (PGm-1)			1.-2.6.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	0		
Ot	7-8	rašelina	
Ag	22-24	jílovitý	A
Bm	62-63	jílovitý, příměs písku až skeletu	B
Gr	90-91	střídání jílovitých a písčitých vrstev, slabě skeletovitý	

Pseudoglej modální (PGm-1)			1.-2.6.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 8-9		
Ol	+ 4		
Oh	0		
Ag	10-15	jílovitý	A
A/G	30-33	jílovitý, příměs písku	
Gr	62-63	písčitý, slabě skeletovitý	B
Bm	81-82	příměs skeletu	
Pseudoglej modální (PGm-1)			30.-31.7.2018
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 10-12		
Ol	+ 6-7		
Oh	0	hlinitý	
Ahn	14-15	hlinitý, kyprý	A
A/B	29-30	hlinitý, náznak mramorování	
Bm I.	37-38	mramorování	B
Bm II.	52	hlinitopísčitý, slabě skeletovitý, hodně silné mramorování	
B/C	68	s hloubkou se zvyšuje zajilení, slabě skeletovitý, hodně silné mramorování	

Pseudoglej stagnoglejový (PGm-2)			2.4.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 5		
Ol	+ 1-2		
Oh	0		
At	8	hlinitý (zrašelinělý)	
Gr	21-22	příměs písku	
Gro	35	Hlinitopísčitý, příměs skeletu	A
Bm	60	písčitý, zajilení, mramorování, příměs skeletu	
Pseudoglej stagnoglejový (PGm-2)			2.4.2016
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 7-8		
Ol	+ 3-4		
Oh	0		
At	6	zrašelinělý	
Bm	24-25	hlinitopísčitý	A
Gor	52	písčitý, (jílovitý s příměsí písku), slabě skeletovitý, mramorování	B

Pseudoglej modální (PGm-2)			30.-31.7.2018
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 7		
Ol	+ 2		
Oh	0		
At	7-8	zrašelinělý, trochu hlinitý	A
A/G	31-32	(rezavé mramorování)	
Gor	54-55	hlinitopísčité	B
Bm I.	60	rezavé mramorování	
G/B	64	písčité	
Bm II.	67	rezavé mramorování	
At	70	čočka	
B/C	74	písčité	

Stagnoglej modální (SGm-1)			26.-27.9.2017
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 7		
Ol	+ 3-2		
Oh	0		
Ah	9-11	hlinitý, kyprý, lehký	A
A/B	17	písčitohlinitý	
Gro	41-42	hlinitý, hnědorezivošedivé mramorování	B
Bm	64-65	jílovitý s příměsí písku	
B/Cg	78	písčité, (jílovité s příměsí písku), slabě skeletovitý	

Stagnoglej modální (SGm-1)			26.-27.9.2017
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 8		
Ol	+ 2		
Oh	0		
Ahg	22-24	zajílení	A
A/B	30-31	písčitohlinitý	B
Gro	53-54	hlinitopísčítý	C
Bm	75	jílovitý, kompaktní, slabě skeletovitý	
Stagnoglej modální (SGm-1)			26.-27.9.2017
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 7-8		
Ol	+ 3-5		
Oh	0		
At	16	hlinitý, zajílení	A
A/B	23-24	jílovitopísčítý, mramorování	
Bm	75	písčítý (příměs jílu), s příměsí skeletu	B
Gro	79	písčítý, slabě skeletovitý	

Stagnoglej modální (SGm-2)			26.-27.9.2017
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 6-7		
Ol	+ 2-4		
Oh	0		
At	23-24	jílovitý, rezivé mramorování	A
A/B	39-41	jílovitý, příměs písku a skeletu, mramorování	
Bm	69-70	jílovitý s příměsí písku, rezivé mramorování	B
B/Cg	73	jílovitý s příměsí písku, slabě skeletovitý, rezivé mramorování	
Stagnoglej modální (SGm-2)			26.-27.9.2017
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 8-9		
Ol	+ 5-7		
Oh	0		
At	11-12		A
Gro	40	hutný, písčitý	B
Bm	55	mramorování	
Gr	67	Jílovitý, slabě skeletovitý	

Stagnoglej modální (SGm-2)			26.-27.9.2017
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 4-5		
Ol	+ 1-2		
Oh	0		
At	16-18	jílovitý, červené skvrnky	A
A/B	27-28	jílovitý, rezivé mramorování	
Gro	45-46	Jílovitý s příměsí písku, mramorování	B
Bm	68	mramorování (zajílení)	
At	76-77	jílovitý, mramorování, příměs skeletu	
B/Cg	83	jílovitý, příměs skeletu	

Stagnoglej modální (SGm-3)			26.-27.9.2017
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	0		
At	16-17	hlinitý	A
Gro	57-60	hlinitý, trochu zajílený, rezivohnědé mramorování	B
Bm	65	hlinitopísčitý, mramorování	
At	67	hlinitá čočka	
Cg I.	70-71	hlinitopísčitý, slabě skeletovitý, mramorování	
Cg II.	86	písčitý, slabě skeletovitý, mramorování	

Stagnoglej modální (SGm-3)			26.-27.9.2017
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	0		
At	14-15	hlinitý, zrašelinělý, (mramorování)	A
A/G	29	zajílení, mramorování	
Gro	62	jílovitý, příměs písku	B
At	65-67	hlinitá čočka	
Bm	80	písčitý, (jílovitý s příměsí písku)	
B/C	84	písčitý, (jílovitý s příměsí písku), příměs skeletu	
Stagnoglej modální (SGm-3)			26.-27.9.2017
Horizont	Hloubka [cm]	Popis	Kopeckého váleček
	+ 5		
At	7		A
čočka	13-14	hnědorezavé mramorování	
A/B	23-24	zajílení	
Gro	50-52	jílovité, příměs písku, mramorování	B
Gor	68-69	písčité, (jílovité s příměsí písku), příměs skeletu, mramorování	
Bm	85	písčité, (jílovité s příměsí písku), příměs skeletu, mramorování	